Giornata di Studio BRIC 2019

Istituto Superiore di Sanità – Roma 12 Maggio 2023

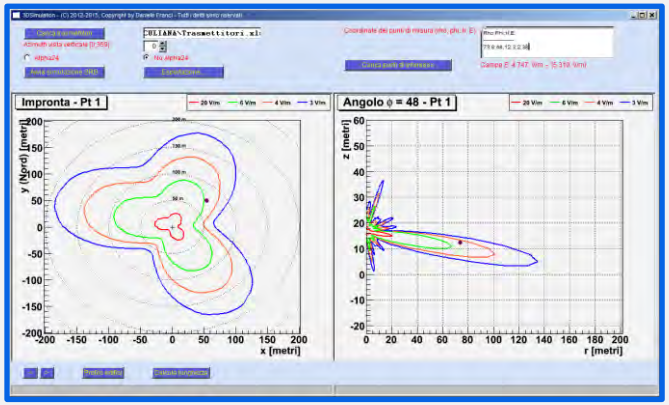
I sistemi di telefonia 5G

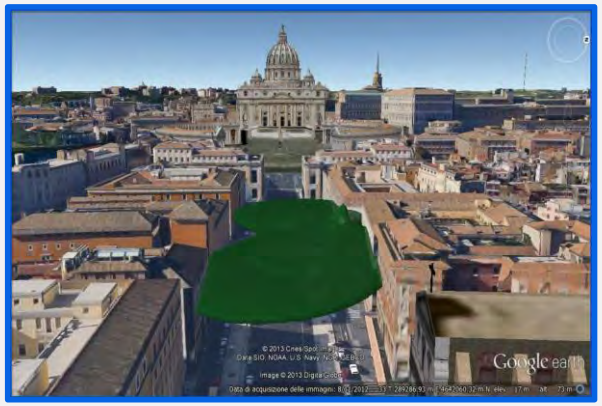
Dott. Daniele Franci

ARPA Lazio
Sezione Provinciale di Roma
daniele.franci@arpalazio.it

Il compito istituzionale di ARPA Lazio

Protezione della popolazione dalle **esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici**



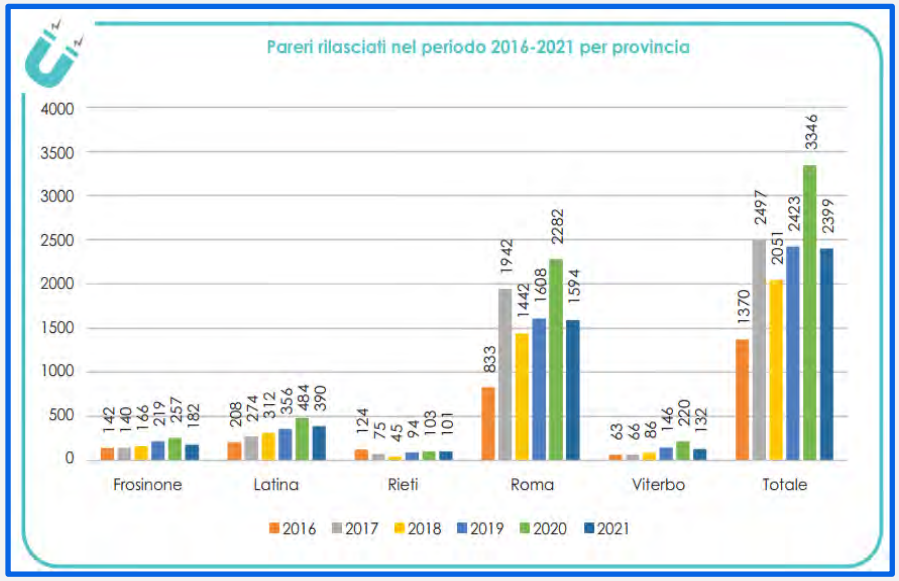


PARERI TECNICI PREVENTIVI

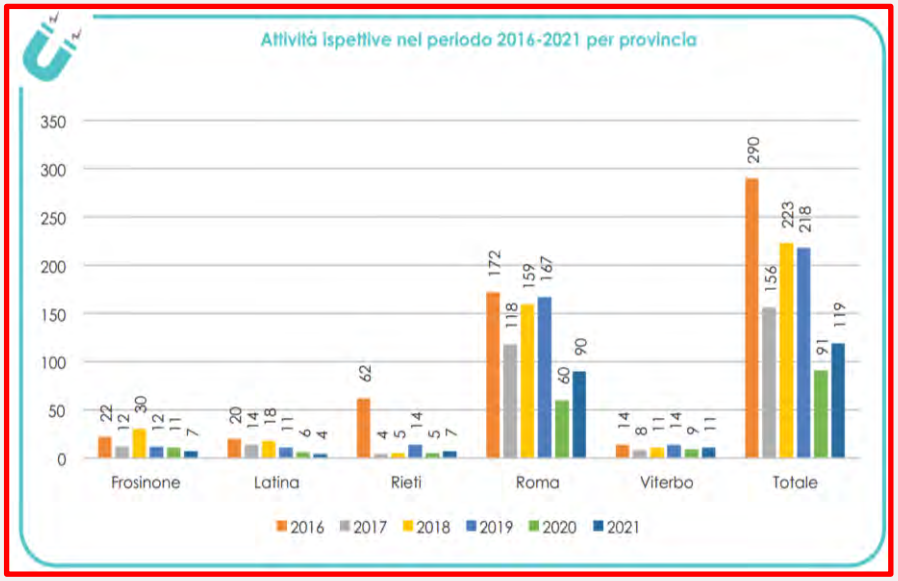
VIGILANZA E CONTROLLO

ARPA Lazio - Attività in numeri

Le attività sono distribuite sull'intero **territorio regionale**, gestite a **livello dipartimentale su tutte le province**



PARERI TECNICI PREVENTIVI

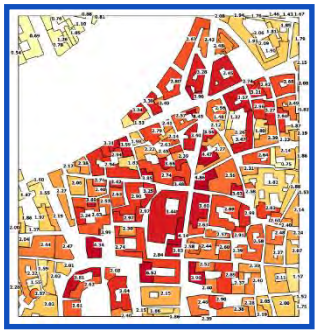


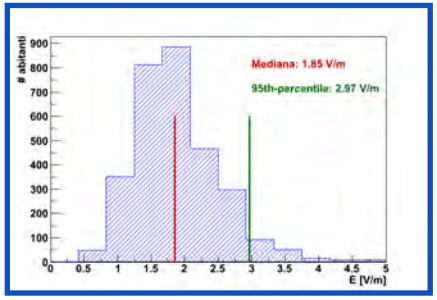
VIGILANZA E CONTROLLO

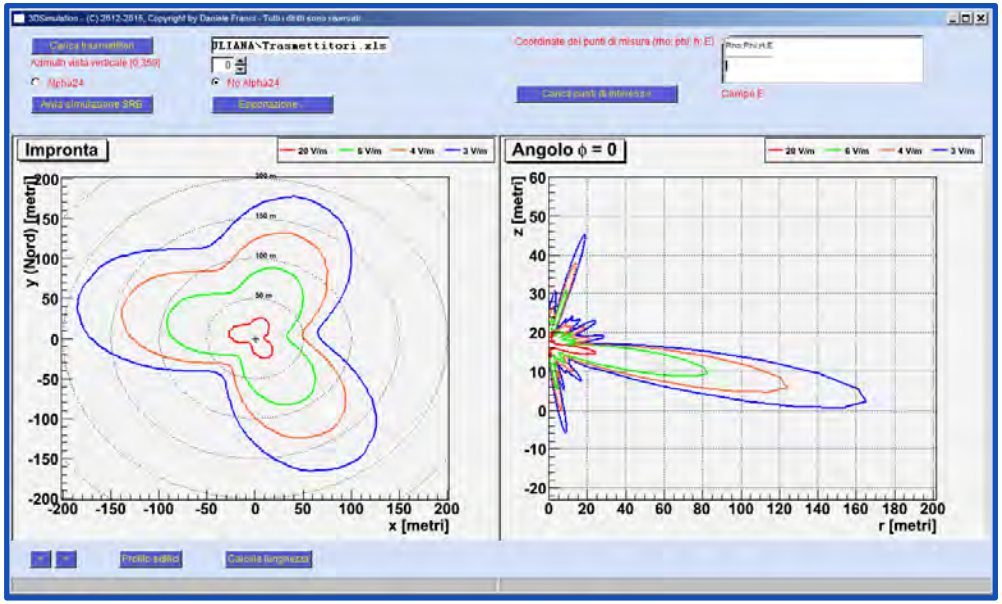
Ambiente Lazio 2021. I dati dell'ARPA - https://www.arpalazio.it/documents/20124/88ace5e4-f8ca-145d-9b1a-8fcfdaf6790a

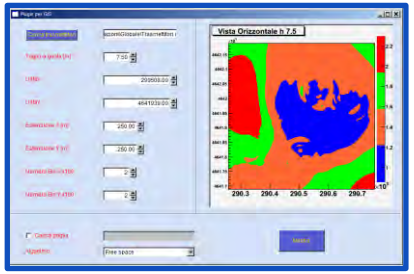
Valutazioni previsionali - simulazione

Valutazioni previsionali mediante **software integrati con QGIS e Google Earth**





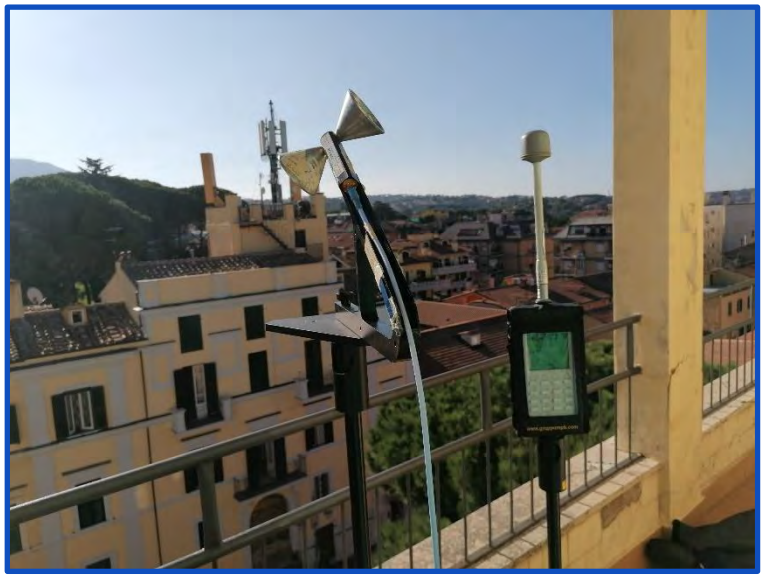




Vigilanza e controllo - misure CEM

Misure di campo elettrico mediante **sofisticata strumentazione di misura CEM**

Vigilanza e controllo - misure CEM



LA TECNOLOGIA MOBILE 5G

Evoluzione della tecnologia mobile

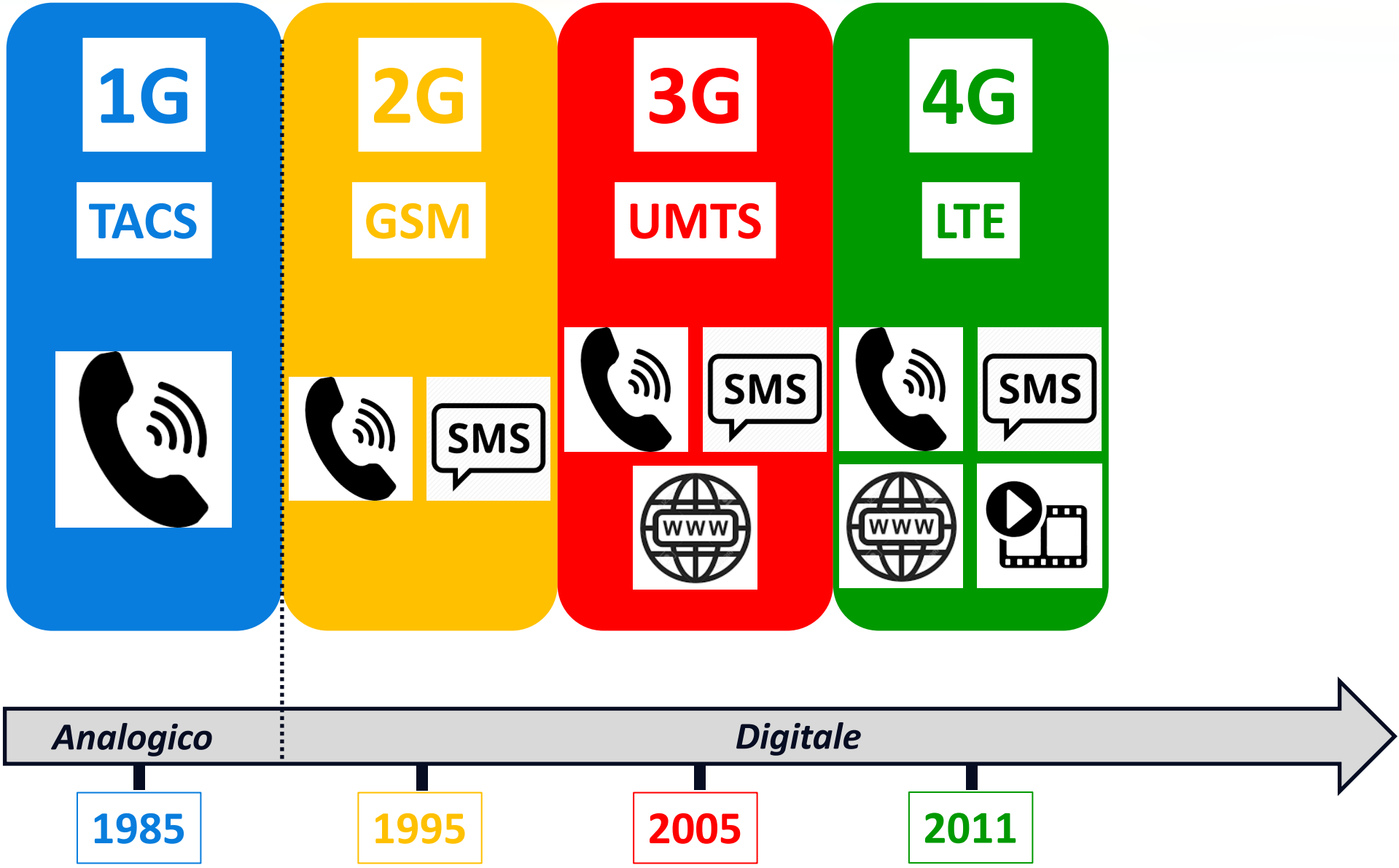
1G

TACS

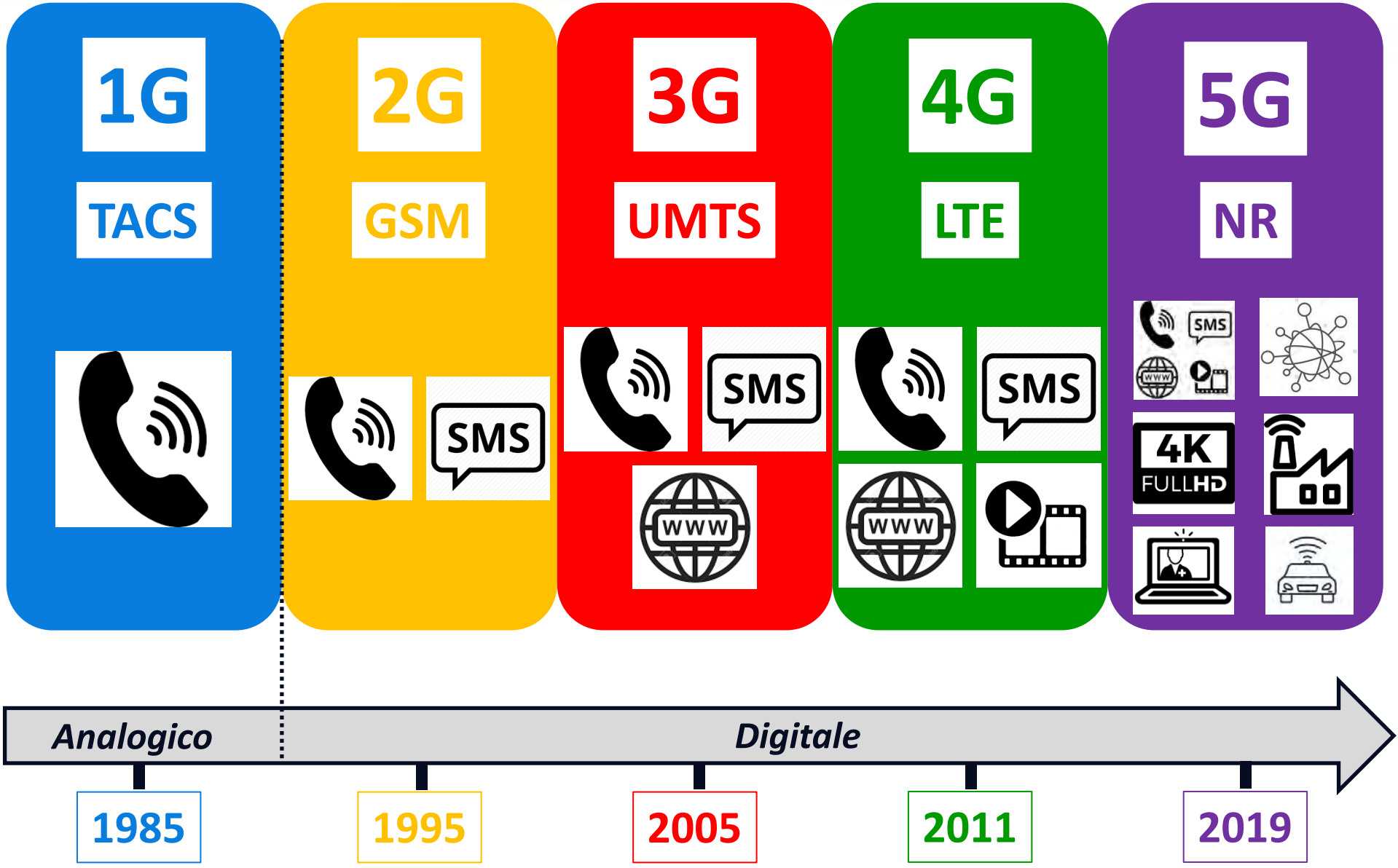
Analogico

1985

Evoluzione della tecnologia mobile



Evoluzione della tecnologia mobile

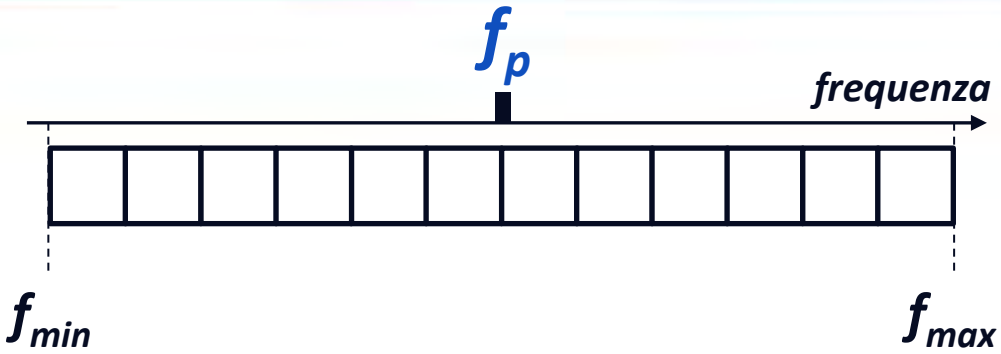


Caratteristiche della tecnologia 5G

- Verranno introdotte le **caratteristiche salienti del 5G**
- La scelta è ricaduta su alcune caratteristiche che permettono di fare **riflessioni sulla futura esposizione** della popolazione
- La discussione verrà impostata come un **confronto diretto con il segnale 4G**

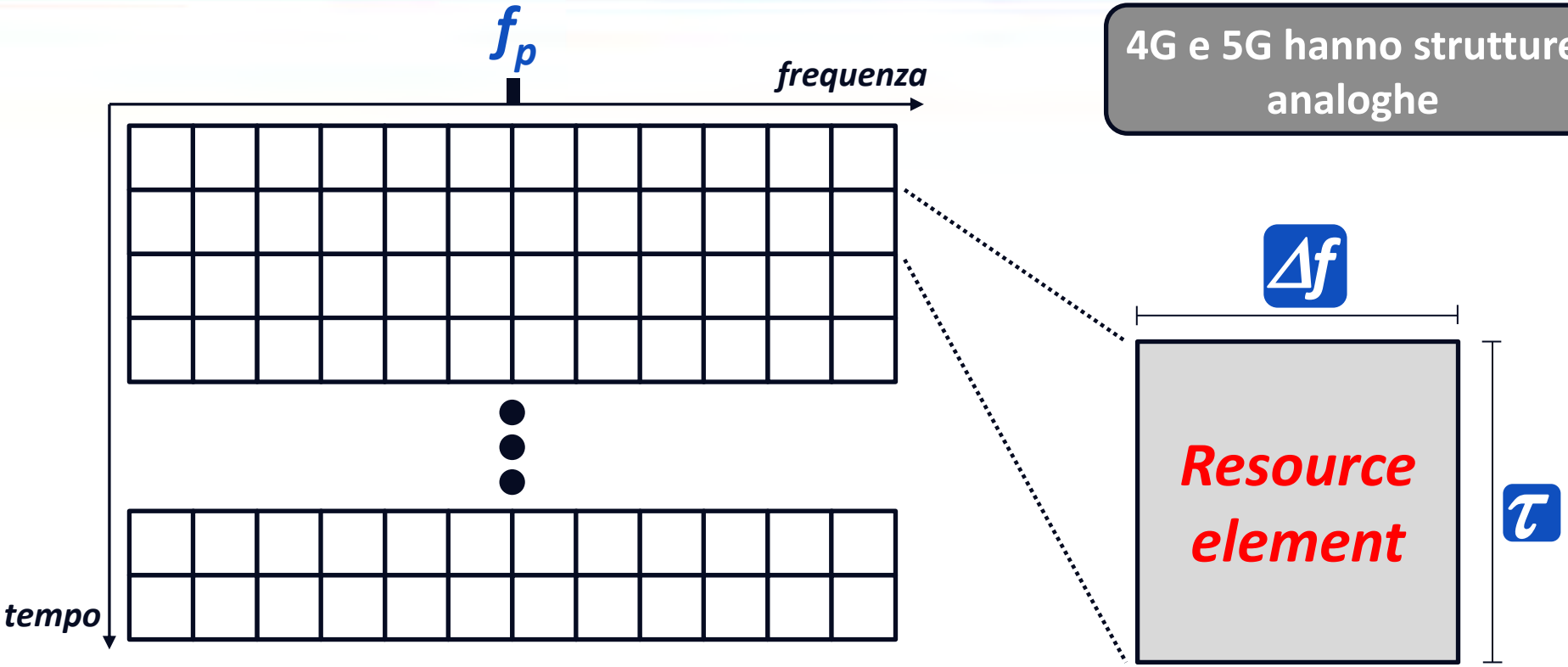
1. **STRUTTURA DELLA TRAMA**
2. **BANDE DI FREQUENZA**
3. **LARGHEZZA DI BANDA**
4. **DUPLEXING**
5. **TRASMISSIONE DEI CANALI DI CONTROLLO**
6. **DIAGRAMMI DI IRRAGGIAMENTO**

1 - Struttura della trama

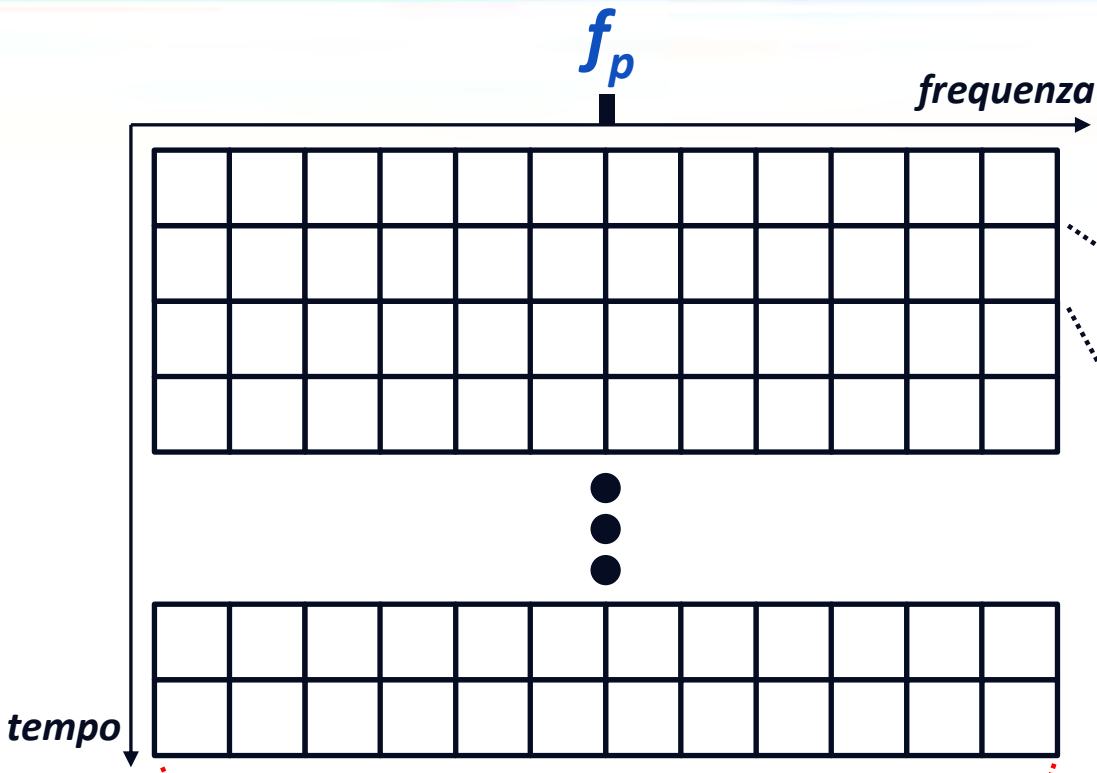


4G e 5G hanno strutture analoghe

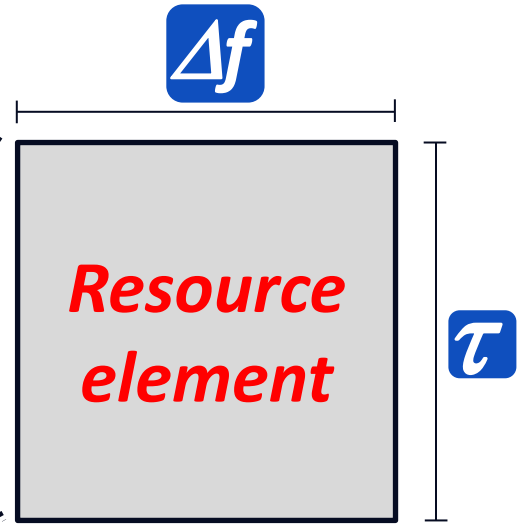
1 - Struttura della trama

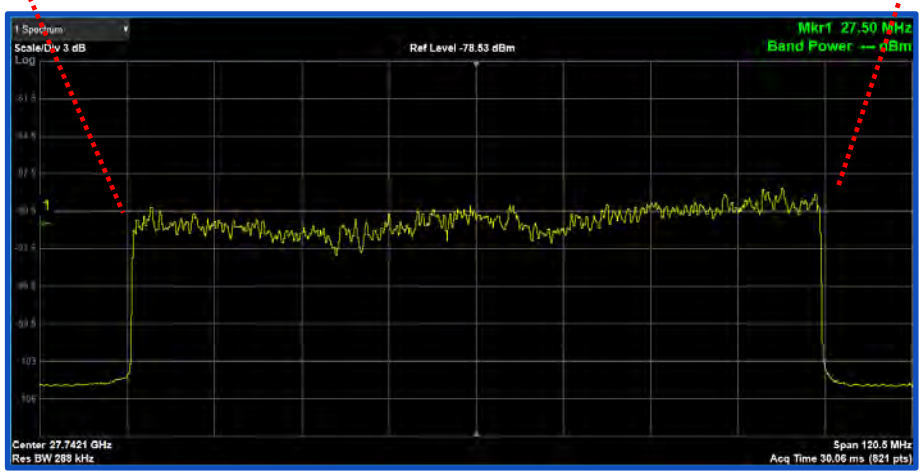


1 - Struttura della trama



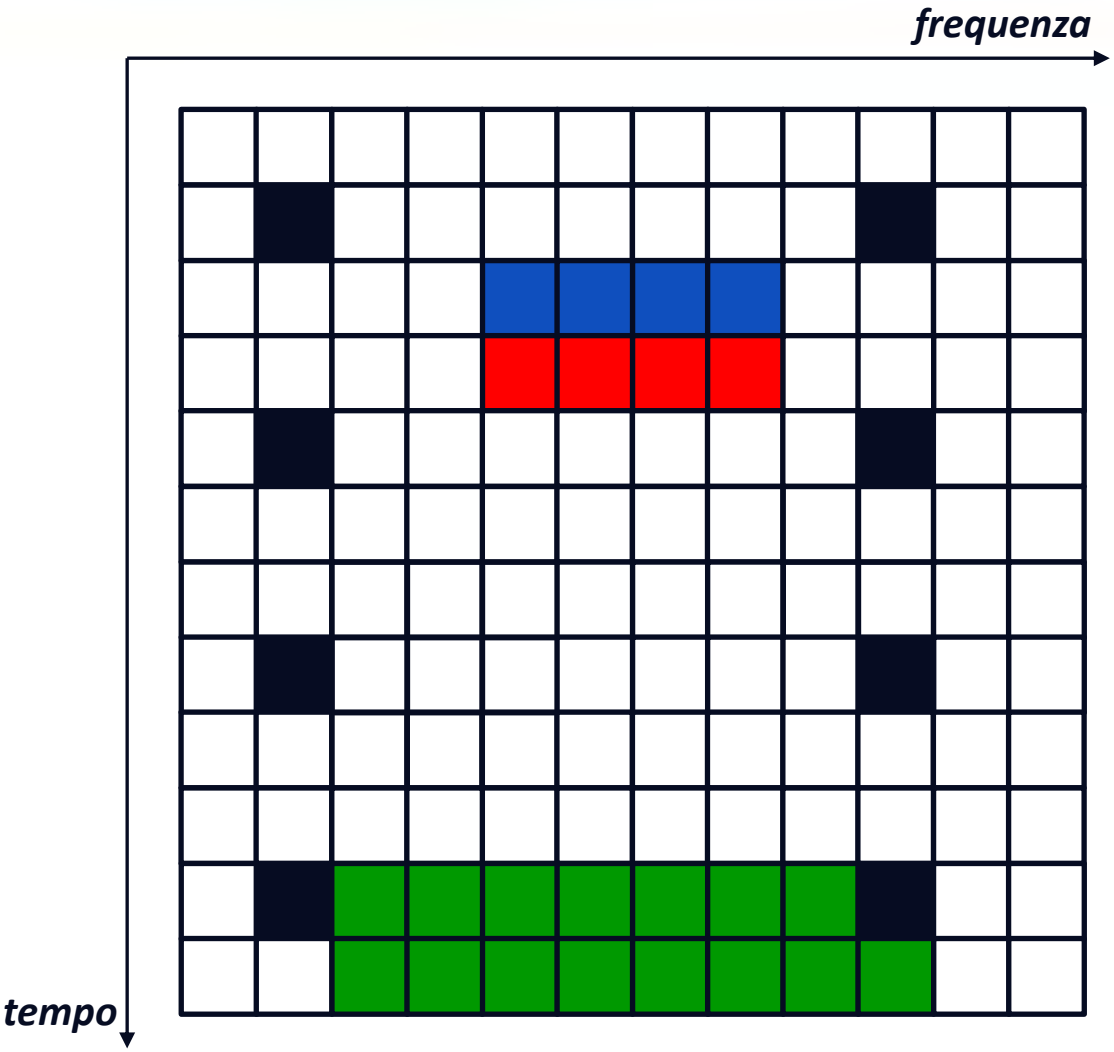
4G e 5G hanno strutture analoghe





La potenza istantanea associata al segnale è l'integrale del ***'panettone'***

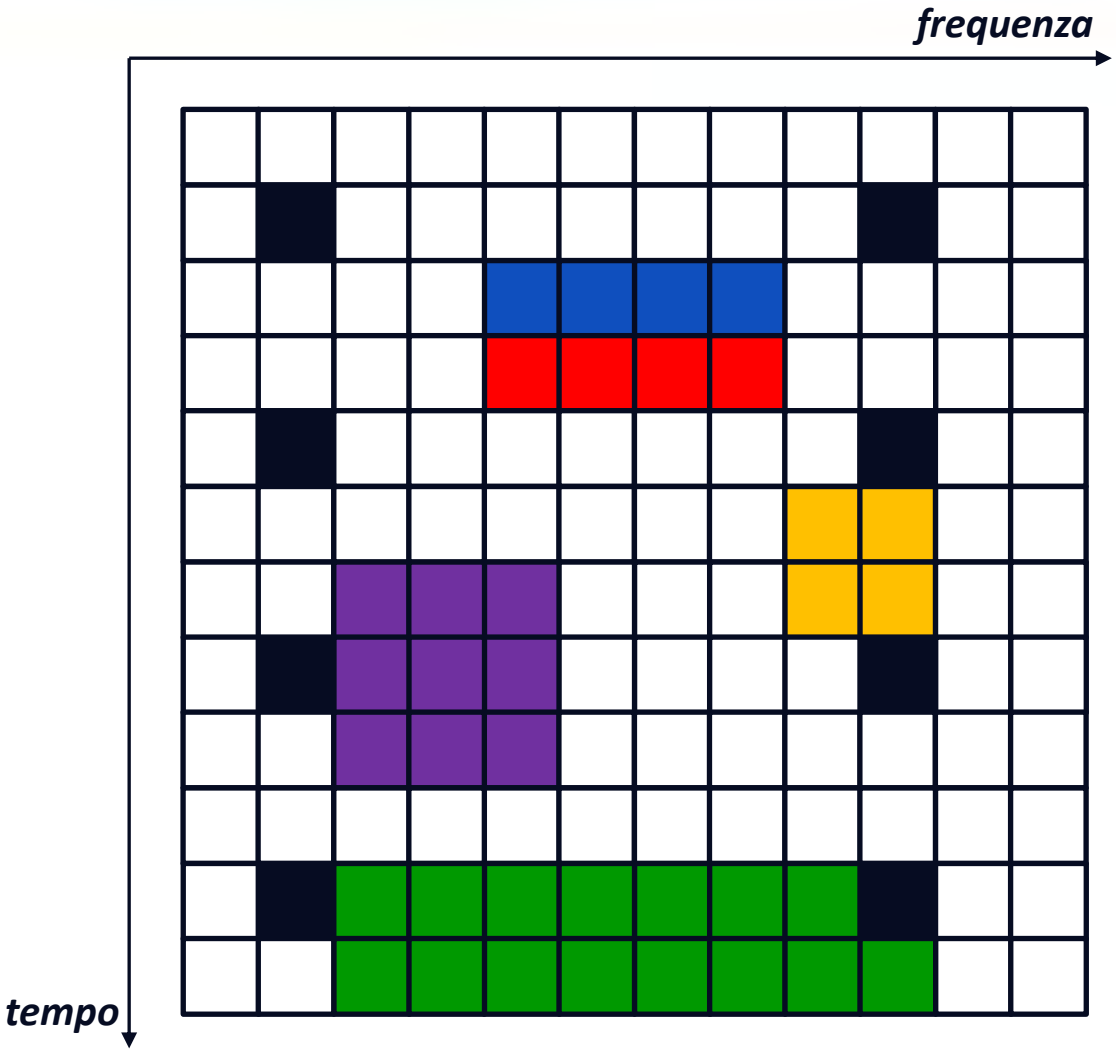
1 - Struttura della trama



Canali di controllo

- Sempre trasmessi
- Segnalano la SRB
- Trasmettono info specifiche
- Stime della qualità di ricezione

1 - Struttura della trama



Canali di controllo

- Sempre trasmessi
- Segnalano la SRB
- Trasmettono info specifiche
- Stime della qualità di ricezione

Traffico dati

UTENTE 1

UTENTE 2

2 - Bande di frequenza

Come per il 4G, anche i segnali 5G saranno implementati su **differenti bande di frequenza**, esplorando anche **porzioni di spettro 'inedite'**

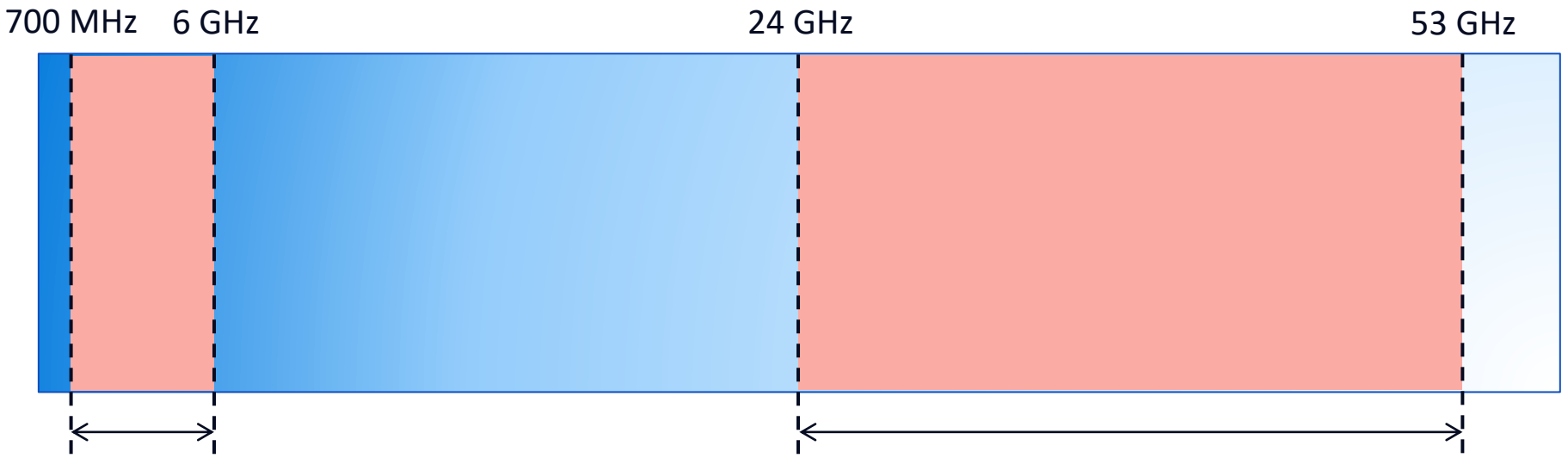
4G

- → Banda a **800** MHz
- → Banda a **1400** MHz
- → Banda a **1800** MHz
- → Banda a **2100** MHz
- → Banda a **2600** MHz
- → Banda a **3500** MHz (TDD only)

5G

- →Banda a **700** MHz
- →Banda a **3700** MHz
- →Banda a **26000** MHz
- →Banda a **???**

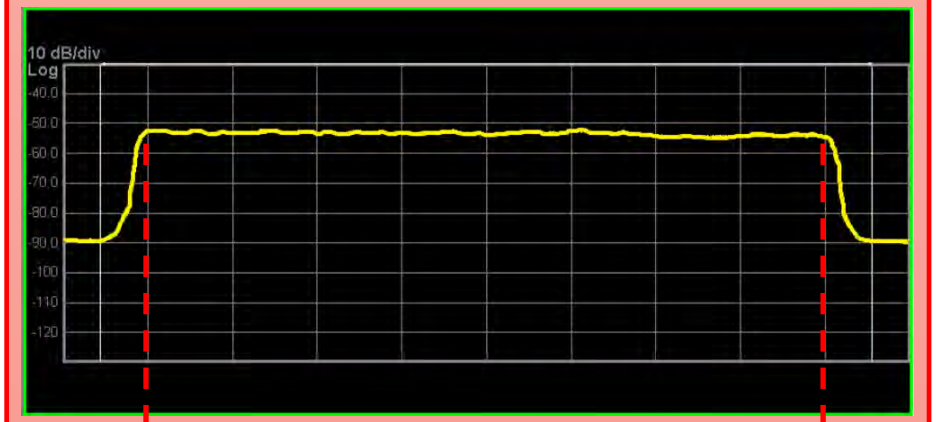
2 - Bande di frequenza



3 - Larghezza di banda

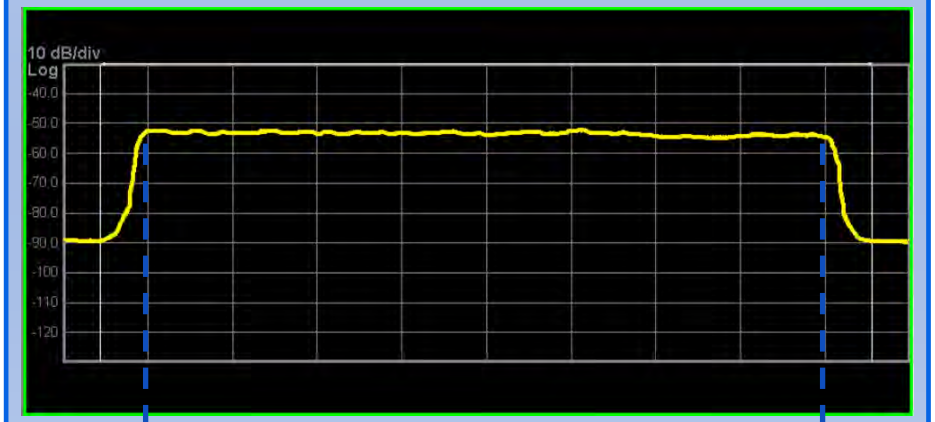
Lo standard 5G prevede **differenti larghezze di banda** implementabili, arrivando fino a **100 MHz per il sub-6 GHz** e fino a **400 MHz per mmWave**

4G



1.4 – 3 – 5 – 10 – 15 – 20 MHz

5G

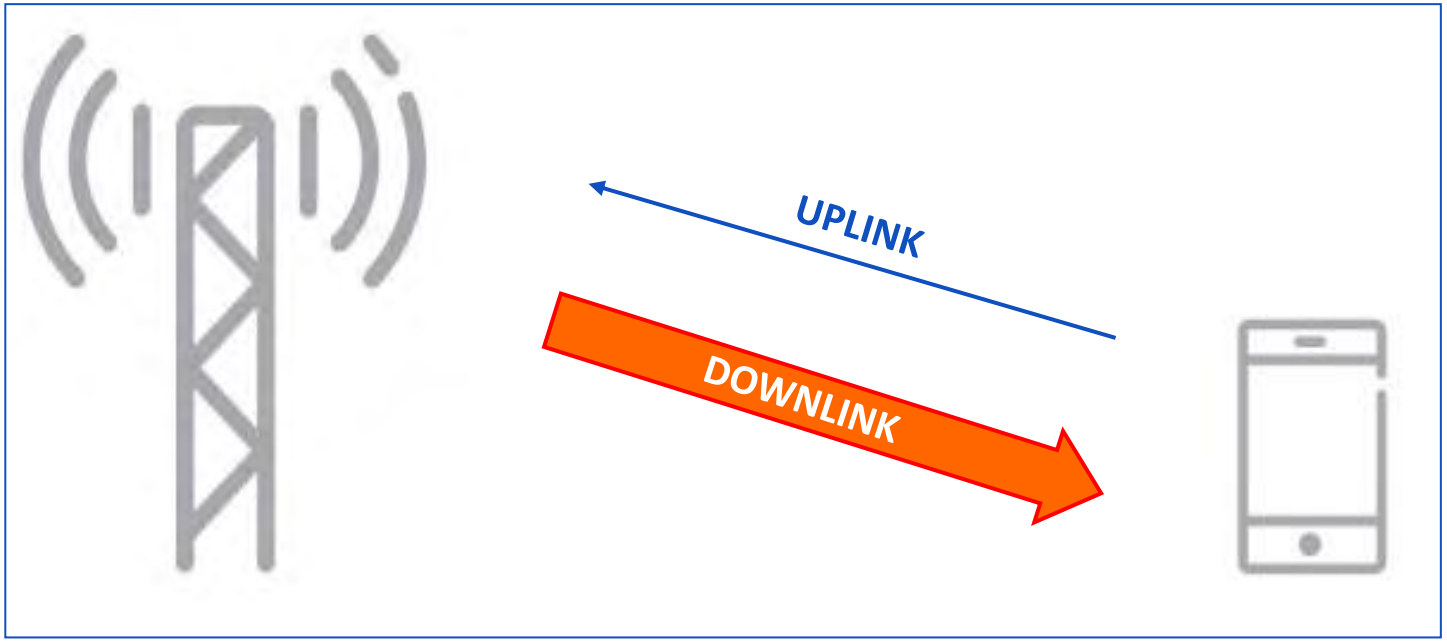


fino a **100 MHz** per **sub-6 GHz**
fino a **400 MHz** per **mmWave**

4 - Duplexing

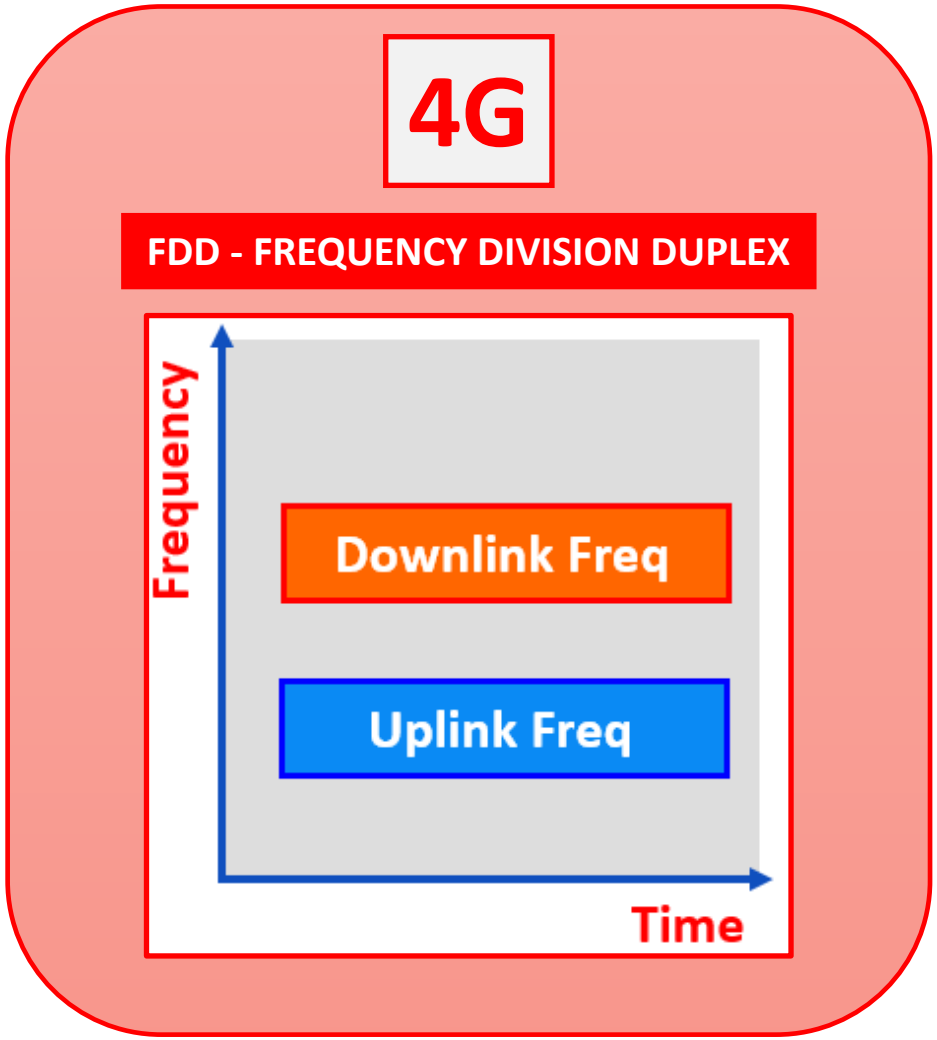
Trasmissione dati bidirezionale:

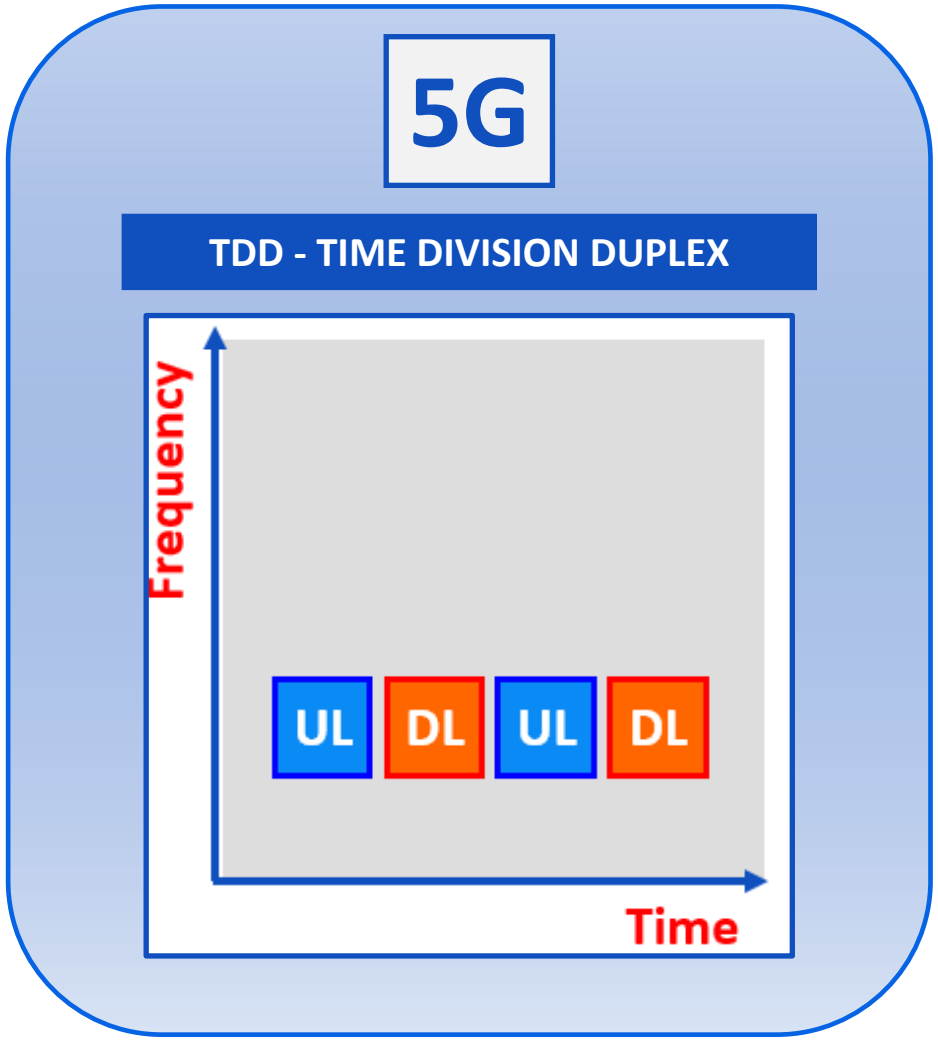
- **DOWNLINK** → dalla SRB al terminale mobile
- **UPLINK** → dal terminale alla SRB



4 - Duplexing

La separazione uplink/downlink può avvenire nel campo della frequenza (4G) o seguendo un rigido schema di alternanza temporale (5G)

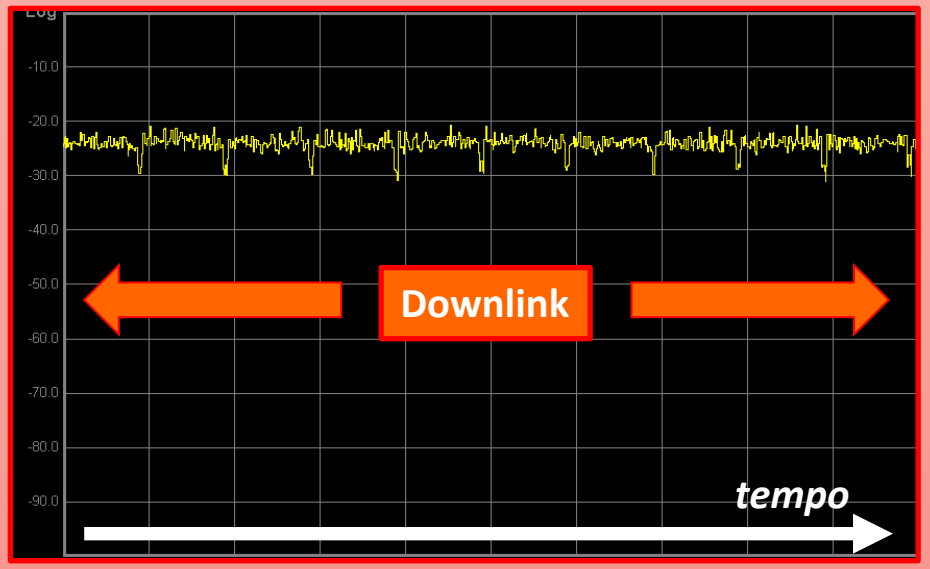




4 - Duplexing

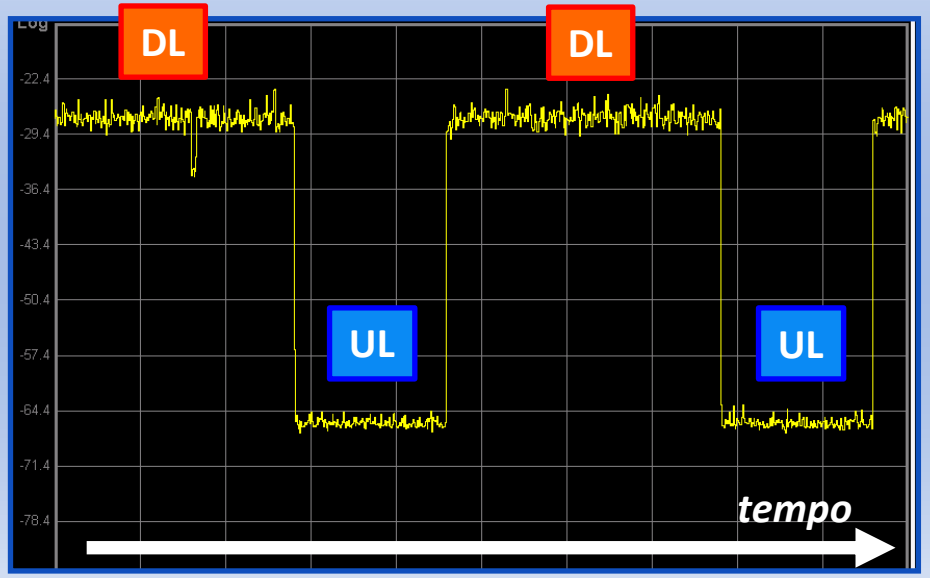
4G

Nella modalità Frequency Division Duplex, la frequenza è **costantemente occupata da trasmissione dati in downlink**



5G

Nella modalità Time Division Duplex, **non c'è trasmissione durante gli slot temporali dedicati all'uplink**

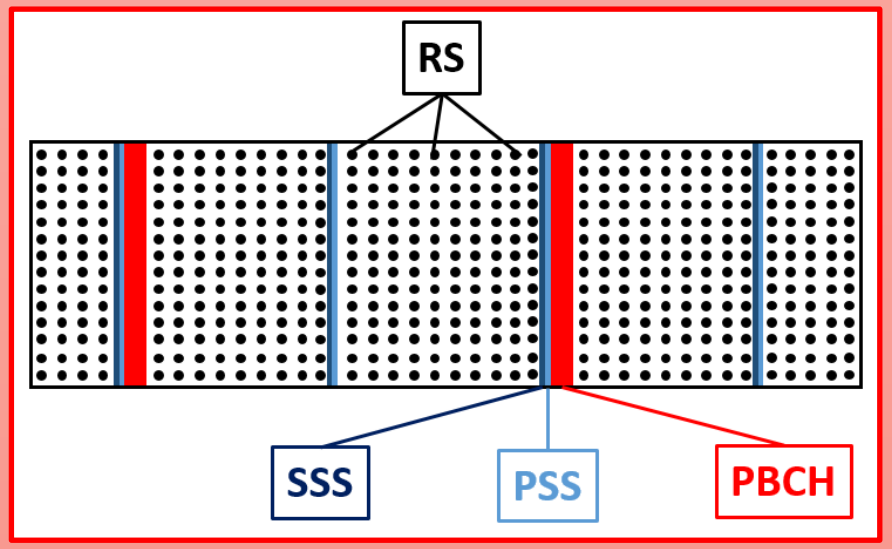


5 - Trasmissione dei canali di controllo

Medesimi canali di controllo ma **modalità di trasmissione differenti**

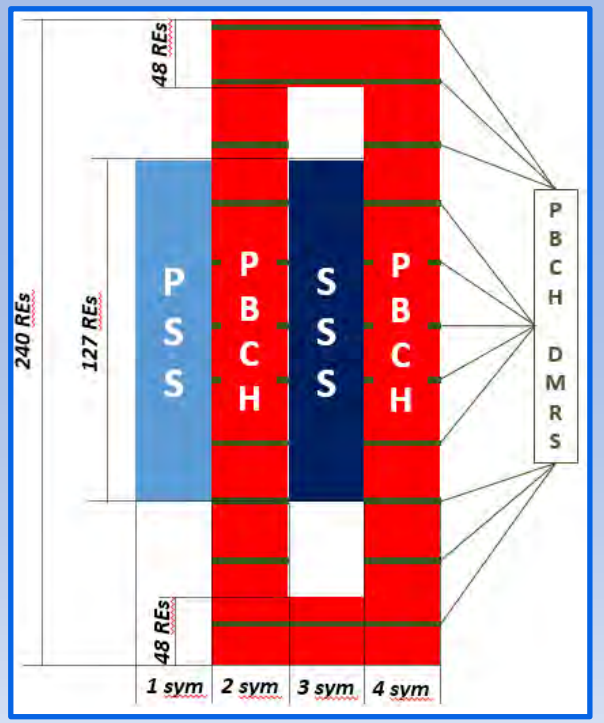
4G

Canali di controllo trasmessi **in modo uniforme su tutta la trama**



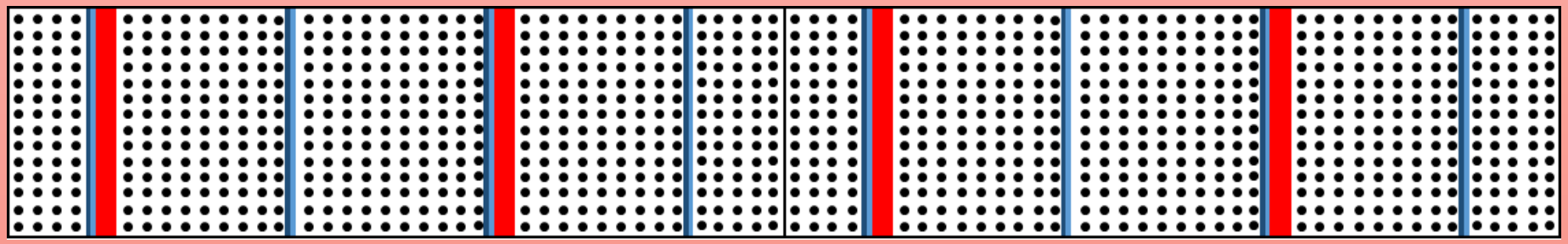
5G

Canali di controllo trasmessi in strutture compatte (**SS-Blocks**)

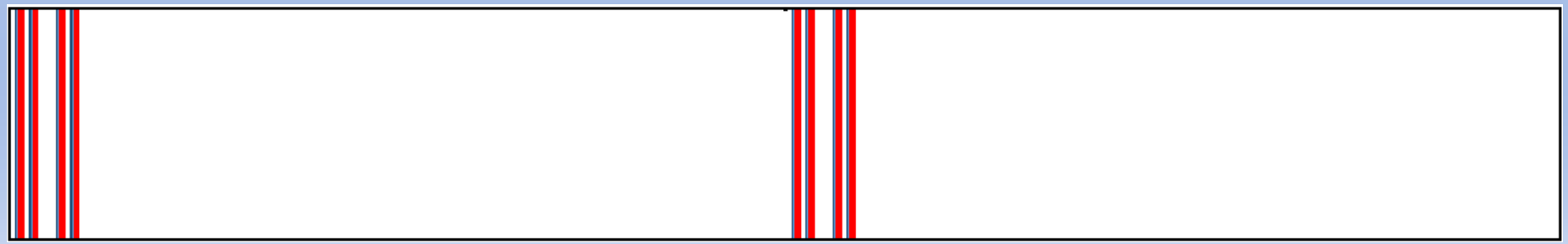


5 - Trasmissione dei canali di controllo

Nel **4G** la SRB **trasmette costantemente** anche in assenza di traffico dati



Nel **5G** gli SS-Block sono trasmessi solo **in intervalli temporali limitati**

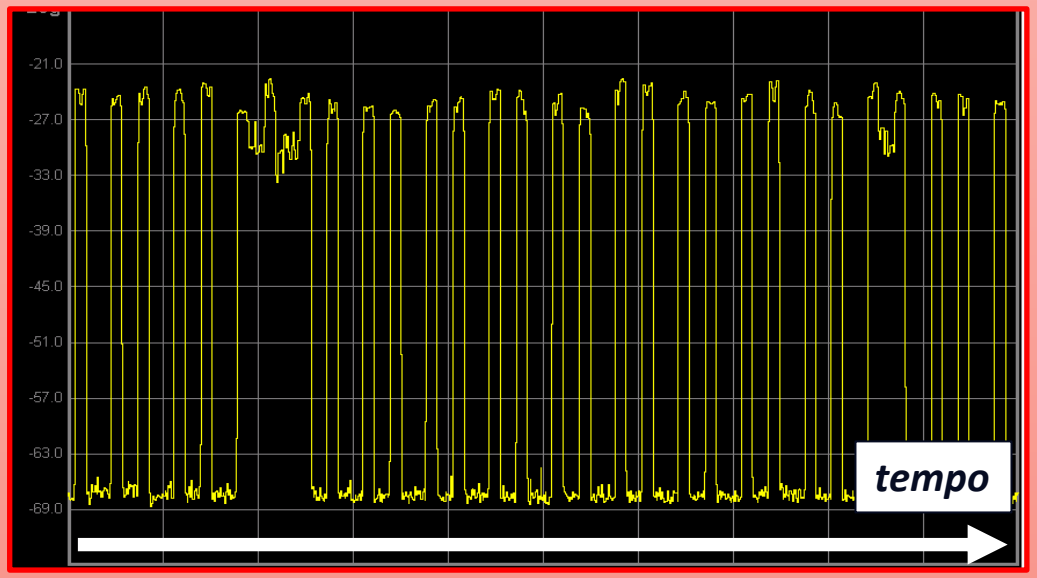


La gestione intelligente dei canali di controllo del 5G implica una **maggiore efficienza energetica** e **l'ottimizzazione dell'impatto elettromagnetico**

5 - Trasmissione dei canali di controllo

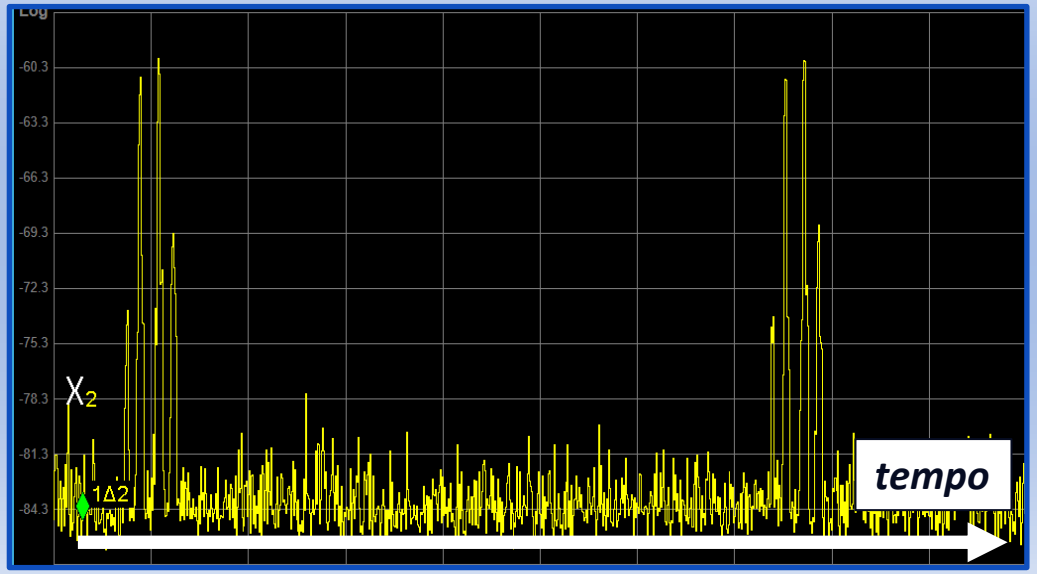
4G

Scarsa ottimizzazione della potenza trasmessa dalla SRB



5G

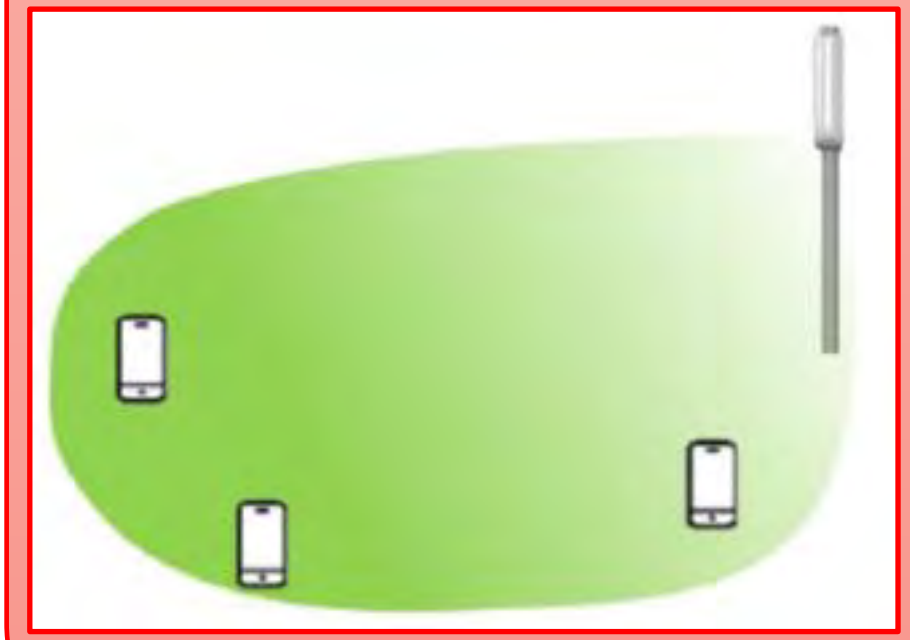
SS-Block trasmessi solo in intervalli limitati → **Elevata ottimizzazione**



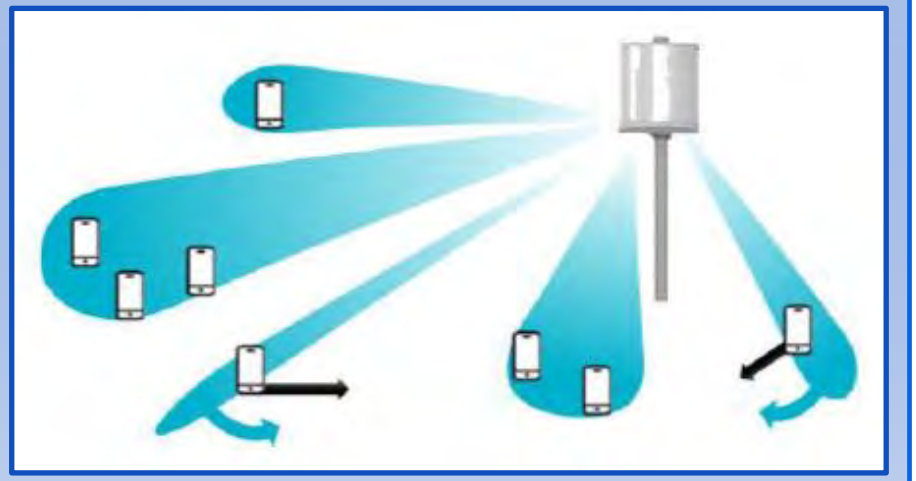
6 - Diagrammi di irraggiamento

Le antenne attive utilizzate per il 5G sono caratterizzate da **diagrammi di irraggiamento dinamici**, consentendo di ottimizzare la copertura della SRB

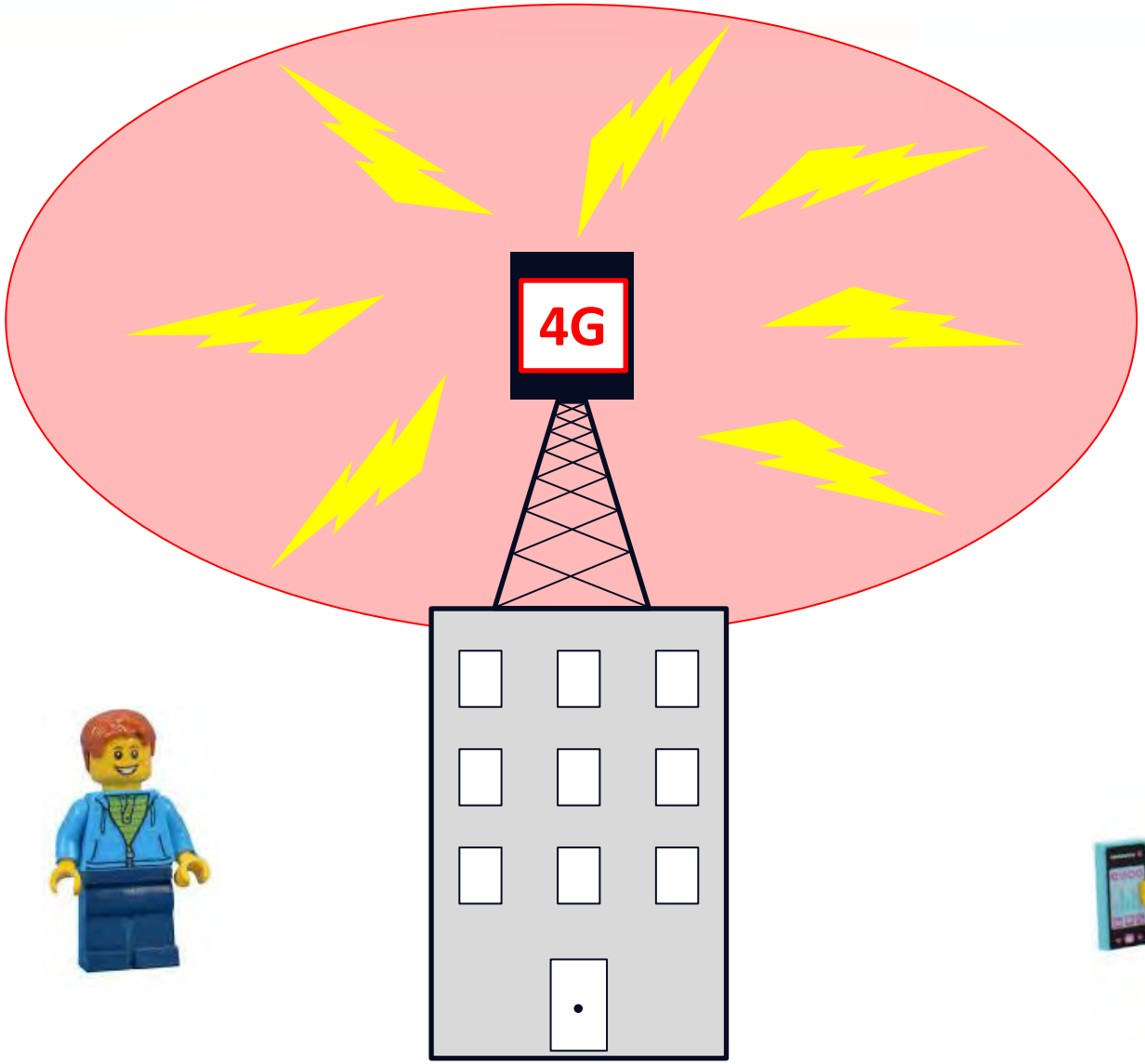
4G



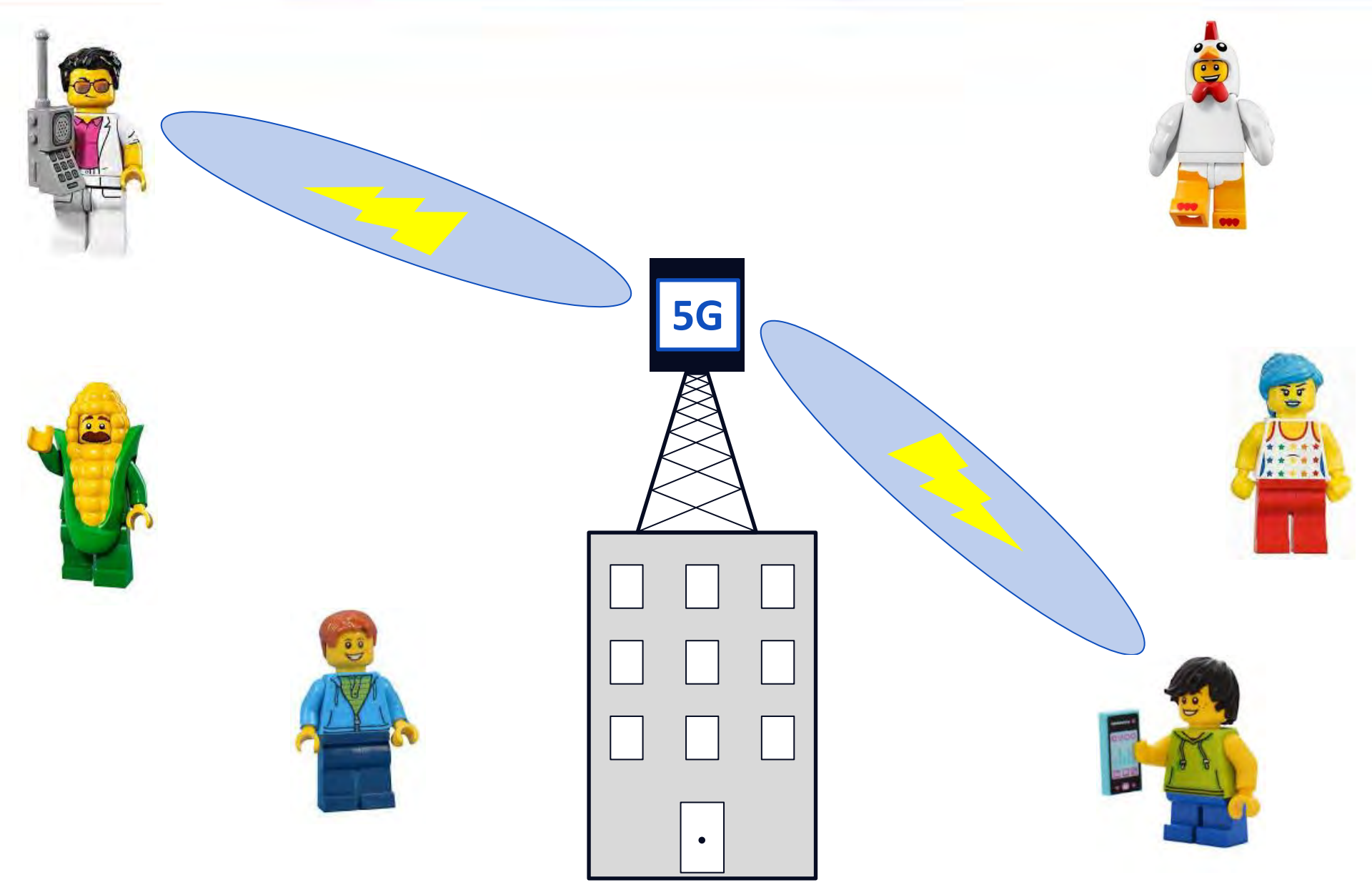
5G



6 - Diagrammi di irraggiamento

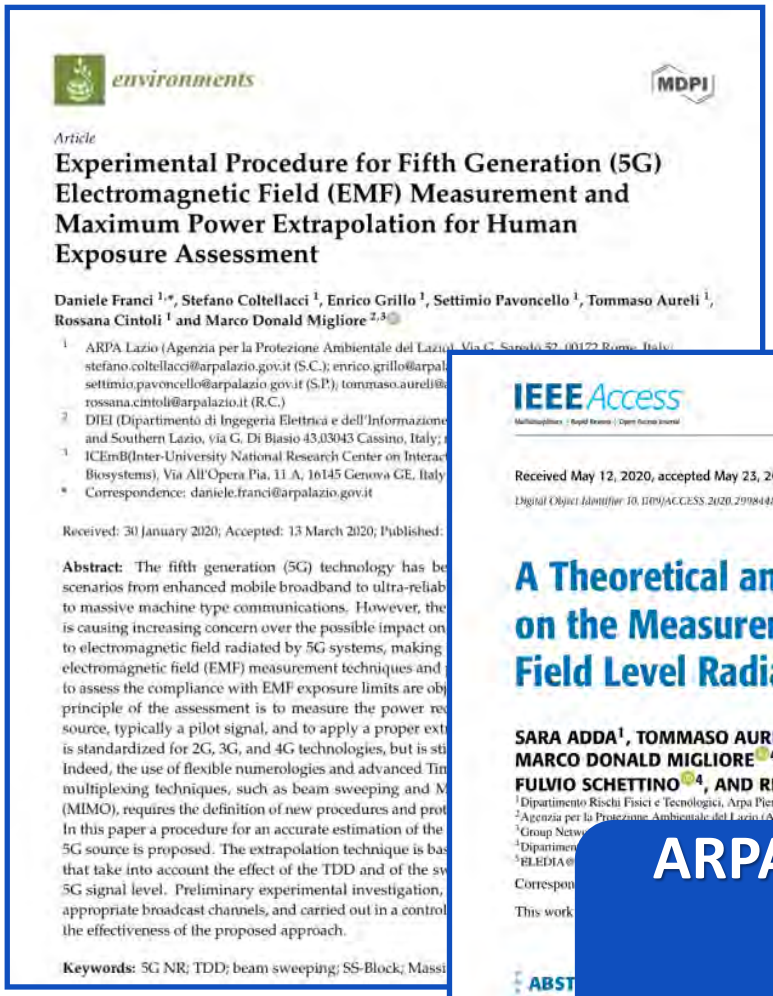


6 - Diagrammi di irraggiamento



Produzione scientifica

Proposta estrapolazione 5G - attività di ricerca



environments MDPI

Article

Experimental Procedure for Fifth Generation (5G) Electromagnetic Field (EMF) Measurement and Maximum Power Extrapolation for Human Exposure Assessment

Daniele Franci [1,*], Stefano Coltellacci [1], Enrico Grillo [1], Settimio Pavoncello [1], Tommaso Aureli [1], Rossana Cintoli [1] and Marco Donald Migliore [2,3]

1 ARPA Lazio (Agenzia per la Protezione Ambientale del Lazio), Via G. Saredo 52, 00172 Rome, Italy; stefano.coltellacci@arpalazio.gov.it (S.C.); enrico.grillo@arpal… settimio.pavoncello@arpalazio.gov.it (S.P.); tommaso.aureli@… rossana.cintoli@arpalazio.it (R.C.)
2 DIEI (Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'Informazione… and Southern Lazio, via G. Di Biasio 43,03043 Cassino, Italy; …
3 ICEmB(Inter-University National Research Center on Interac… Biosystems), Via All'Opera Pia, 11 A, 16145 Genova GE, Italy
* Correspondence: daniele.franci@arpalazio.gov.it

Received: 30 January 2020; Accepted: 13 March 2020; Published: …

Abstract: The fifth generation (5G) technology has be… scenarios from enhanced mobile broadband to ultra-reliab… to massive machine type communications. However, the… is causing increasing concern over the possible impact on… to electromagnetic field radiated by 5G systems, making… electromagnetic field (EMF) measurement techniques and… to assess the compliance with EMF exposure limits are obj… principle of the assessment is to measure the power re… source, typically a pilot signal, and to apply a proper ext… is standardized for 2G, 3G, and 4G technologies, but is sti… Indeed, the use of flexible numerologies and advanced Tim… multiplexing techniques, such as beam sweeping and M… (MIMO), requires the definition of new procedures and prot… In this paper a procedure for an accurate estimation of the… 5G source is proposed. The extrapolation technique is bas… that take into account the effect of the TDD and of the sw… 5G signal level. Preliminary experimental investigation,… appropriate broadcast channels, and carried out in a control… the effectiveness of the proposed approach.

Keywords: 5G NR; TDD; beam sweeping; SS-Block; Massi…

electronics MDPI

Article

An Experimental Investigation on the Impact of Duplexing and Beamforming Techniques in Field Measurements of 5G Signals

Daniele Franci [1], Stefano Coltellacci [1], Enrico Grillo [1], Settimio Pavoncello [1], Tommaso Aureli [1], Rossana Cintoli [1] and Marco Donald Migliore [2,3,*]

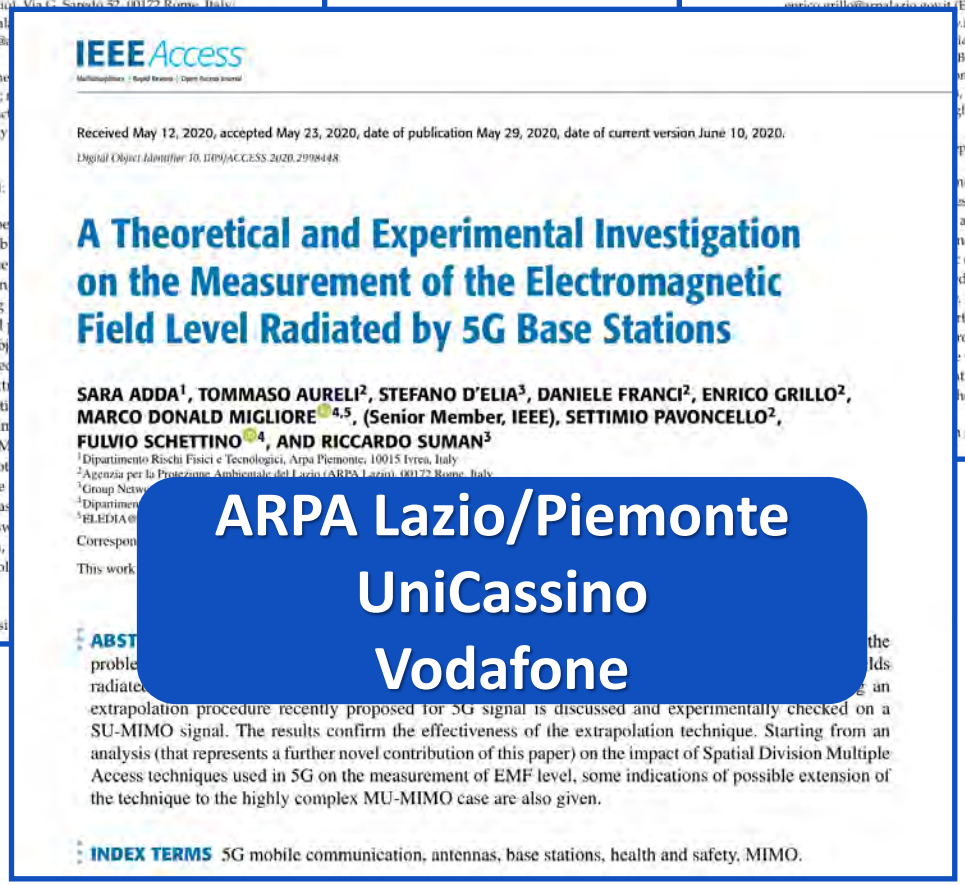
1 Department of Rome, ARPA Lazio, Via G. Saredo 52, 00173 Rome, Italy; daniele.franci@arpalazio.gov.it (D.F.); stefano.coltellacci@arpalazio.gov.it (S.C.); enrico.grillo@arpalazio.gov.it (E.G.); settimio.pavoncello@arpalazio.gov.it (S.P.); …it (T.A.); rossana.cintoli@arpalazio.it (R.C.)
…ia Elettrica e dell'Informazione "Maurizio Scarano"), University of Cassino … Biasio 43, 03043 Cassino, Italy
…onal Research Center on Interactions Between Electromagnetic Fields and …, 11 A, 16145 Genova GE, Italy
…glio@unicas.it

…pted: 20 January 2020; Published: 29 January 2020

check for updates

…mobile network introduces dramatic improvements with respect to the …s such as variable numerology, bandwidth parts, massive Multiple … and Time Division Duplex (TDD) will extend the capabilities of the 5G …ne time, will influence the measurement techniques used to assess the … electromagnetic field exposure limits. In this study, a heterogeneous …d with the aim of establishing an effective measurement technique … Following an experimental approach based on both modulation and …rtant characteristics of the 5G system are highlighted and extensively …rocedures for estimating factors associated to TDD (F_{TDC} factor) and … used in the extrapolation formulas, are presented. The results of this …t for future investigations on effective methods to estimate both the …he total power transmitted during a 5G radio frame.

… sweeping; SS-Block; massive MIMO; EMF exposure



IEEE Access

Received May 12, 2020, accepted May 23, 2020, date of publication May 29, 2020, date of current version June 10, 2020.

Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2020.2998448

A Theoretical and Experimental Investigation on the Measurement of the Electromagnetic Field Level Radiated by 5G Base Stations

SARA ADDA[1], TOMMASO AURELI[2], STEFANO D'ELIA[3], DANIELE FRANCI[2], ENRICO GRILLO[2], MARCO DONALD MIGLIORE[4,5], (Senior Member, IEEE), SETTIMIO PAVONCELLO[2], FULVIO SCHETTINO[4], AND RICCARDO SUMAN[3]

[1] Dipartimento Rischi Fisici e Tecnologici, Arpa Piemonte, 10015 Ivrea, Italy
[2] Agenzia per la Protezione Ambientale del Lazio (ARPA Lazio), 00172 Rome, Italy
[3] Group Netw…
[4] Dipartimen…
[5] ELEDIA@…

Correspon…

This work …

ABST… …the proble… …lds radiate… …g an extrapolation procedure recently proposed for 5G signal is discussed and experimentally checked on a SU-MIMO signal. The results confirm the effectiveness of the extrapolation technique. Starting from an analysis (that represents a further novel contribution of this paper) on the impact of Spatial Division Multiple Access techniques used in 5G on the measurement of EMF level, some indications of possible extension of the technique to the highly complex MU-MIMO case are also given.

INDEX TERMS 5G mobile communication, antennas, base stations, health and safety, MIMO.

ARPA Lazio/Piemonte
UniCassino
Vodafone

Proposta estrapolazione 5G - attività di ricerca

IEEE Access
Multidisciplinary | Rapid Review | Open Access Journal

Received November 19, 2021, accepted January 15, 2022, date of publication January 21, 2022, date of current version February 3, 2022.

Digital Object Identifier 10.1109/ACCESS.2022.3145674

Methodology Based on Vector and Scalar Measurement of Traffic Channel Power Levels to Assess Maximum Exposure to Electromagnetic Radiation Generated by 5G NR Systems

SARA ADDA[1], TOMMASO AURELI[2], SERGIO BASTONERO[3], STEFANO D'ELIA[4], DANIELE FRANCI[2], ENRICO GRILLO[2], MARCO DONALD MIGLIORE[ ], NICOLA PASQUINO[7], (S[ ] FULVIO SCHETTINO[5,6], ([ ]EEE), RENATO SCOTTI[3], RICCA[ ]

[1]Dipartimento Rischi Fisici e Tecnologici, A[ ]
[2]Agenzia per la Protezione Ambientale del [ ]
[3]Telecom Italia SpA, 00165 Turin, Italy
[4]Vodafone Networks, Mobile Access Engin[ ]
[5]Dipartimento di Ingegneria Elettrica e dell'[ ]sity of Cassino and Southern Lazio, 03043 Cassino, Italy
[6]National Inter-University Consortium for T[ ]
[7]Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle[ ]

Corresponding author: Nicola Pasquin[ ]

This work was supported in part by the M[ ] Eccellenza (2018–2022)

ARPA Lazio/Piemonte
Federico II - Napoli
UniCassino
Vodafone
TIM

Campagne di monitoraggio - attività di ricerca

IEEE ComSoc IEEE Open Journal of the Communications Society

Received 2 July 2021; revised 2 August 2021; accepted 21 August 2021. Date of publication 24 August 2021; date of current version 7 September 2021.

Digital Object Identifier 10.1109/OJCOMS.2021.3107287

Massive Measurements of 5G Exposure in a Town: Methodology and Results

LUCA CHIARAVIGLIO [1,2] (Senior Member, IEEE), CHIARA LODOVISI [1,2], DANIELE FRANCI [3], SETTIMIO PAVONCELLO [3], TOMMASO AURELI [3], NICOLA BLEFARI-MELAZZI [1,2], AND MOHAMED-SLIM ALOUINI [4]

[1] Department of Electronic Engineering, University of Rome Tor Vergata, 00133 Rome, Italy

[2] Consorzio Nazionale Interuniversitario per le Telecomunicazioni, 43124 Parma, Italy

[4] Computer, Electrical, and M... of Science and Technology,

CORRE... oma2.it)

This work was ... CRG9-4377.

ARPA Lazio
CNIT – Uniroma2
Univ. Arabia Saudita

Partecipazione ai tavoli CEI

211-7
211-7/E

NORMA ITALIANA CEI

Guida **CEI 211-7/E**

Data Pubblicazione **2019-11**

Titolo
Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana
Appendice E: Misura del campo elettromagnetico da stazioni radio base per sistemi di comunicazione mobile (2G, 3G, 4G, 5G)

Title
Guide for the measurement and the evaluation of electromagnetic fields the frequency range 10 kHz - 300 GHz, with reference to the human exposure
Annex E: Measurement of the electromagnetic fields from Base Radio Station for mobile telecommunication systems (2G, 3G, 4G, 5G)

NORMA ITALIANA CEI

GUIDA

Norma Italiana **CEI 211-7**

Data Pubblicazione **2001-01**
Edizione **Prima**
Classificazione **211-7**
Fascicolo **5909**

Titolo
Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana

Title
Guide for the measurement and the evaluation of electromagnetic fields in the frequency range 10 kHz - 300 GHz, with reference to the human exposure

NORMA ITALIANA C

Norma Italiana **CEI 211-10;V2**

Data

Titolo
Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispett limiti di esposizione ai campi elettromagnetici in alta frequenza

Title
Guidance for carrying out a Base Radio Station complying with limits for human exposure to high frequency electromagnetic fields

211-10

Partecipazione ai tavoli SNPA

ARPALAZIO
AGENZIA REGIONALE PROTEZIONE AMBIENTALE DEL LAZIO

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

REPORT DI MISURA SUL SISTEMA DSS

(DYNAMIC SPECTRUM SHARING)

Dott. Daniele Franci

Ing. Settimio Pavoncello

ARPA Lazio – Dipartimento Pressioni sull'Ambiente – Unità Controlli 2

Grazie per l’attenzione

Dott. Daniele Franci, PhD

ARPA Lazio

Sezione Provinciale di Roma

Unità Controlli 2

Tel: 06/72961502

Mail: daniele.franci@arpalazio.it