Campi elettromagnetici
Radiazioni non ionizzanti
La nuova tecnologia 5G

Sezione Agenti Fisici – Area Operativa NIR

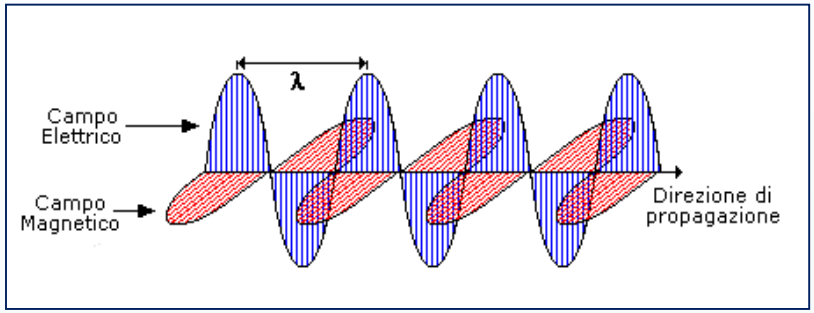
ARPA Valle d'Aosta
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

- ***Cosa sono i campi elettromagnetici: radiazioni ionizzanti e non ionizzanti***
- ***Cosa fanno i campi elettromagnetici***
- ***La Normativa per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici***
- ***I limiti da rispettare***
- ***Le sorgenti di campi elettromagnetici per radiotelecomunicazioni in Valle d'Aosta***
- ***La tecnologia 5G***
- ***La normativa tecnica specifica per il 5G***

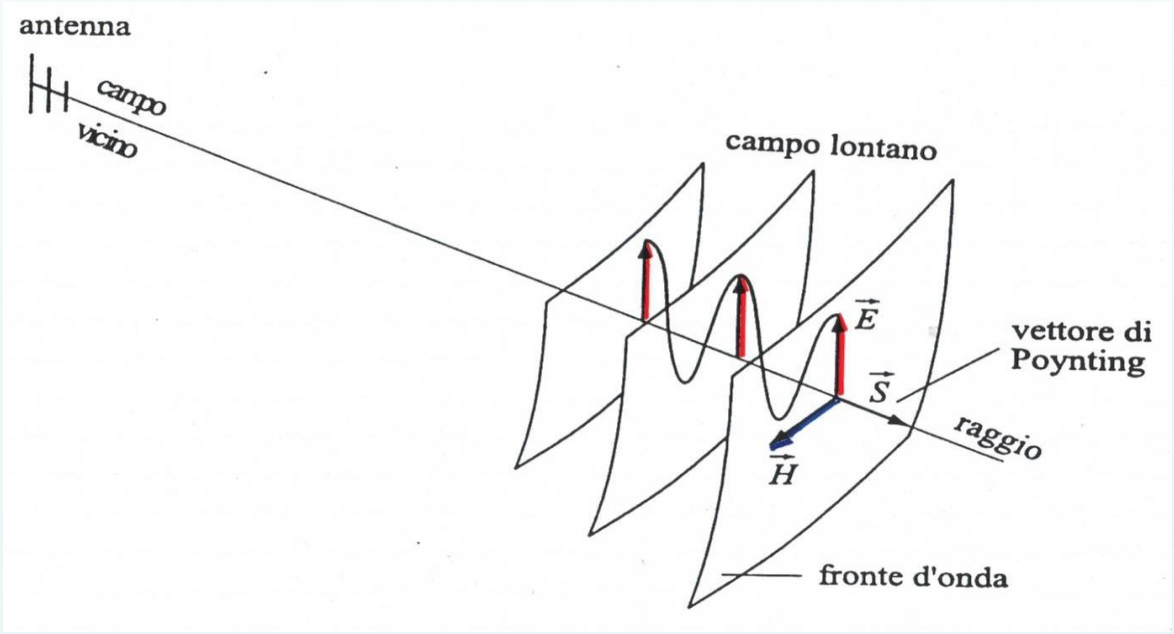
ARPA Valle d'Aosta

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

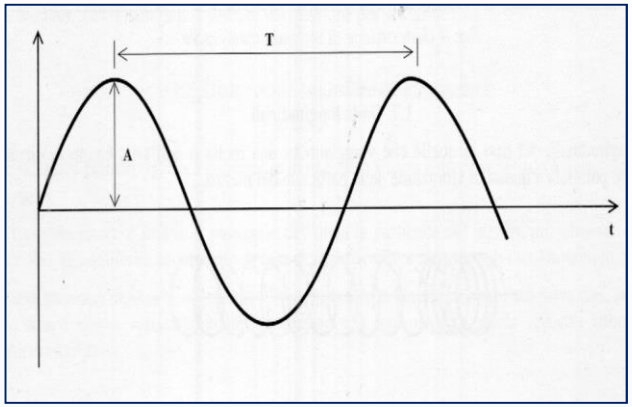
IL CAMPO ELETTROMAGNETICO è generato da un campo elettrico e un campo magnetico variabili nel tempo che si propagano nello spazio sotto forma di ONDA



L'onda elettromagnetica trasporta energia

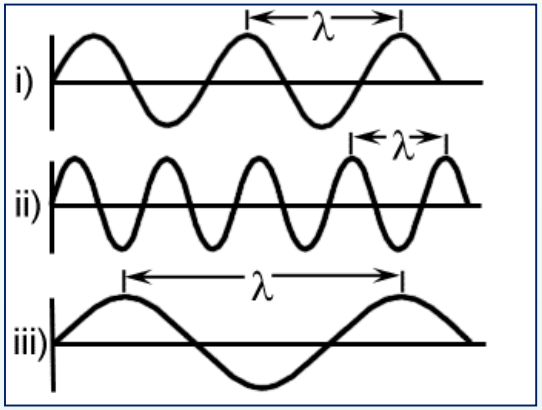


Le grandezze caratteristiche di un'onda



T = periodo
A = ampiezza
f=1/T frequenza (Hz)

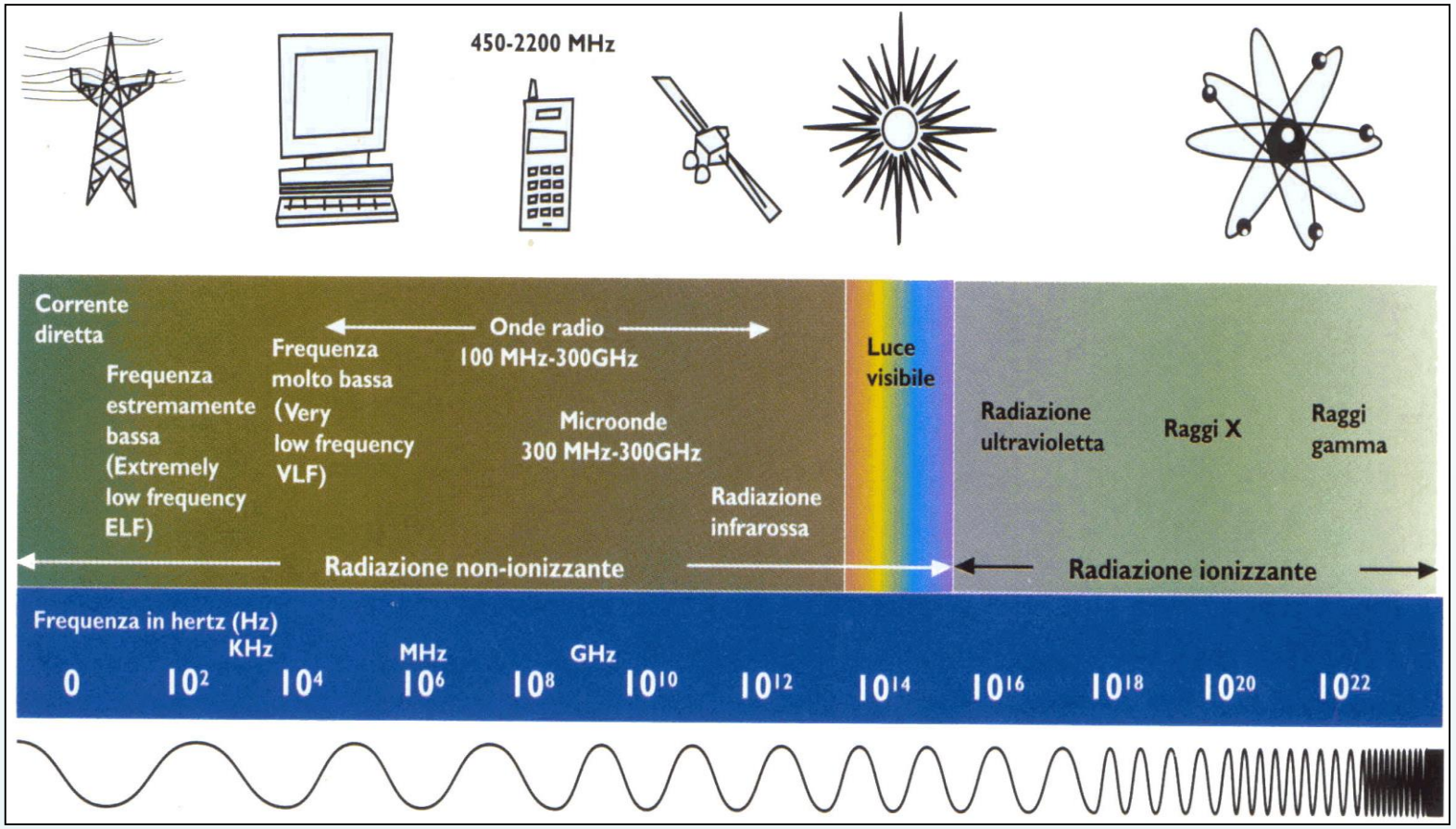
Lunghezza d'onda
$\lambda = v/f$
v=velocità di propagazione dell'onda



Nel caso di un'onda elettromagnetica la velocità di propagazione è quella della luce:
nel vuoto $c = 3*10^8$ m/s

L'insieme di tutte le possibili onde elettromagnetiche, al variare della frequenza o della lunghezza d'onda, viene chiamato

SPETTRO ELETTROMAGNETICO



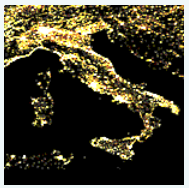
Dall'opuscolo "Onde in chiaro" di ARPA Veneto

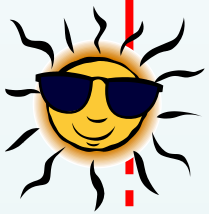
ARPA Valle d'Aosta

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Radiazioni Non Ionizzanti

Non sono in grado di agire sulla struttura della materia per rompere i legami creando ioni anche ad alte intensità





Radiazioni Ionizzanti

Possono rompere i legami tra le particelle e creare ioni anche a basse intensità

http://phet.colorado.edu/en/simulation/photoelectric

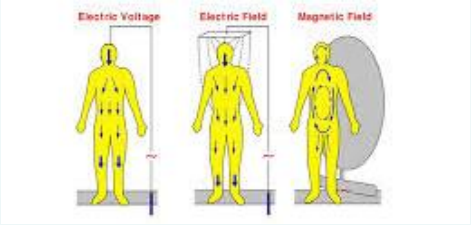
	λ
Elettrodotti - 50 Hz	6000 km
Radio FM 100 MHz	3 m
Cellulari 900 o 1800 MHz	33 o 16 cm
Forno a microonde 2450 MHz	12 cm
Frequenza 5G 3600 MHz	8 cm
Frequenza 5G 27 GHz	<1 cm
Luce visibile verde	500 nm (500 miliardesimi di m)
Raggi gamma	10^-12m (1 milionesimo di milionesimo di m)

- *Cosa sono i campi elettromagnetici: radiazioni ionizzanti e non ionizzanti*
- *Cosa fanno i campi elettromagnetici*
- *La Normativa per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici*
- *I limiti da rispettare*
- *Le sorgenti di campi elettromagnetici per radiotelecomunicazioni in Valle d'Aosta*
- *La tecnologia 5G*
- *La normativa tecnica specifica per il 5G*

ARPA Valle d'Aosta
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Che cosa fanno i campi elettromagnetici?

- Al di sopra di certe intensità l'effetto principale è quello del riscaldamento (effetto termico), poi ci sono gli effetti non termici dovuti alla creazione di correnti indotte all'interno del corpo umano che possono tra l'altro provocare disturbi nervosi o visivi…



- A deboli intensità, come quelle comunemente presenti in ambiente di vita, non sono stati riscontrati effetti da migliaia di studi scientifici riconosciuti validi.

  Attività di ricerca sono sempre in svolgimento

ARPA Valle d'Aosta

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Classificazione sostanze cancerogene IARC (Agenzia Internazionale per la Ricerca sul Cancro) e OMS

Gruppo 1 – agente cancerogeno per gli esseri umani

Sufficiente evidenza di cancerogenicità negli esseri umani.

Tra gli agenti appartenenti al gruppo 1 vi sono l'amianto, il benzene, il fumo, le bevande alcoliche, i raggi UV, i raggi X, la radioattività naturale (esp. Gas Radon).

Gruppo 2A - Probabili cancerogeni per l'uomo

Limitata evidenza di cancerogenicità nell'uomo ma sufficiente evidenza di cancerogenicità nell'animale.

Al gruppo 2A appartengono agenti come gli steroidi anabolizzanti, il consumo di carne rossa, DDT

Gruppo 2B - Possibili cancerogeni per l'uomo

Limitata evidenza di cancerogenicità nell'uomo e inadeguata evidenza di cancerogenicità nell'animale.

Nel gruppo 2B si trovano ad esempio i sottaceti asiatici, aloe vera (estratto di foglie intere), polvere per il corpo a base di talco (uso perineale), senape, i campi magnetici a bassa frequenza, campi elettromagnetici a radiofrequenza

Gruppo 3 - agente non classificabile per cancerogenicità sugli esseri umani

Inadeguata evidenza di cancerogenicità o limitata in esperimenti su animali, ad esempio il the, il caffè (dal 2018 prima in 2B), il campo magnetico statico.

- *Cosa sono i campi elettromagnetici: radiazioni ionizzanti e non ionizzanti*
- *Cosa fanno i campi elettromagnetici*
- *La Normativa per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici*
- *I limiti da rispettare*
- *Le sorgenti di campi elettromagnetici per radiotelecomunicazioni in Valle d'Aosta*
- *La tecnologia 5G*
- *La normativa tecnica specifica per il 5G*

ARPA Valle d'Aosta

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

LA NORMATIVA INTERNAZIONALE, EUROPEA, NAZIONALE E REGIONALE PER LA PROTEZIONE DALLE RADIAZIONI NON IONIZZANTI

- **LA NORMATIVA EUROPEA: raccomandazioni per effetti acuti e adozione del principio di precauzione 1999/519/CE recepisce i limiti ICNIRP**
- **LEGGE QUADRO NAZIONALE 36/2001: protezione della popolazione e dei lavoratori dai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici**
- **DECRETI APPLICATIVI LUGLIO 2003: la definizione dei livelli da rispettare e delle modalità di misura**
- **CODICE DELLE COMUNICAZIONI ELETTRONICHE DL 259/2003: normativa nazionale per il settore dei servizi e del mercato delle telecomunicazioni e delle radiocomunicazioni.**
- **LEGGI REGIONALI sugli aspetti autorizzativi degli impianti (in Valle d'Aosta LR 25/2005, ultima modifica maggio 2019)**

ARPA Valle d'Aosta

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Legge n. 36 del 22 febbraio 2001: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.” (Gazzetta Ufficiale n. 55 del 7 marzo 2001)

Art.1 finalità della legge:

1. La presente legge ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti a :

a) Assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell’esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ai sensi e nel rispetto dell’articolo 32 della Costituzione (La Repubblica tutela la salute come fondamentale diritto dell'individuo e interesse della collettività, e garantisce cure gratuite agli indigenti. Nessuno può essere obbligato a un determinato trattamento sanitario se non per disposizione di legge. La legge non può in nessun caso violare i limiti imposti dal rispetto della persona umana).

b) Promuovere la ricerca scientifica per la valutazione degli effetti a lungo termine e attivare misure di cautela da adottare in applicazione del principio di precauzione di cui all’articolo 174, paragrafo 2, del trattato istitutivo dell’Unione Europea;

c) Assicurare la tutela dell’ambiente e del paesaggio e promuovere l’innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l’intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.

ARPA Valle d'Aosta
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Legge n. 36 del 22 febbraio 2001: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.” (Gazzetta Ufficiale n. 55 del 7 marzo 2001)

Art.1 finalità della legge:

1. La presente legge ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti a :

a) Assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell’esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ai sensi e nel rispetto dell’articolo 32 della Costituzione fondamentale diritto dell'individuo e cure gratuite agli indigenti. Ness trattamento sanitario se non per dis un caso violare i limiti imposti dal ris

b) Promuovere la effetti a lungo termine e attivare mi one del principio di precauzione di istitutivo dell’Unione Europea;

c) Assicurare la tutela dell’ambiente e del paesaggio e promuovere l’innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l’intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.

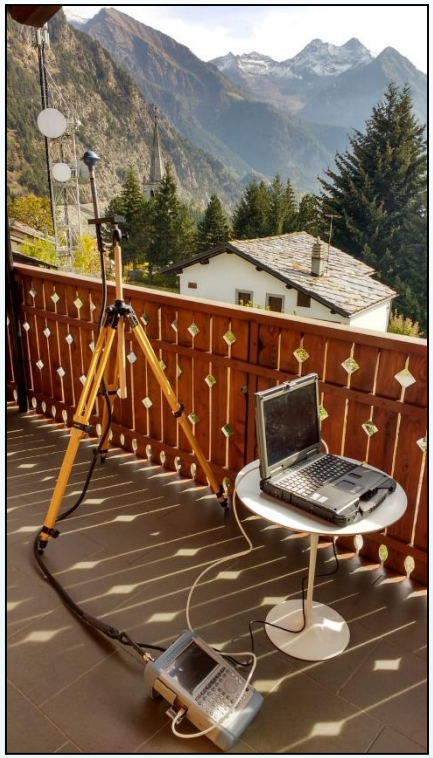
Conferenza sull'Ambiente e lo Sviluppo delle Nazioni Unite (*Earth Summit*) di Rio de Janeiro del 1992

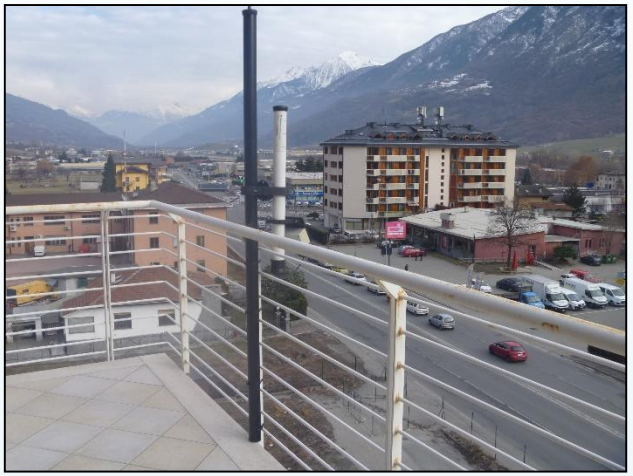
« Al fine di proteggere l'ambiente, un approccio cautelativo dovrebbe essere ampiamente utilizzato dagli Stati in funzione delle proprie capacità. In caso di rischio di danno grave o irreversibile, l'assenza di una piena certezza scientifica non deve costituire un motivo per differire l'adozione di misure adeguate ed effettive, anche in rapporto ai costi, dirette a prevenire il degrado ambientale »

Art. 14. Controlli:

1. Le amministrazioni provinciali e comunali, al fine di esercitare le funzioni di controllo e di vigilanza sanitaria e ambientale per l'attuazione della presente legge, utilizzano le strutture delle Agenzie regionali per la protezione dell'ambiente...

4. Il personale incaricato dei controlli, nell'esercizio delle funzioni di vigilanza e di controllo, può accedere agli impianti che costituiscono fonte di emissioni elettromagnetiche e richiedere,..., i dati, le informazioni e i documenti necessari per l'espletamento delle proprie funzioni...





- ***Cosa sono i campi elettromagnetici:*** ***radiazioni ionizzanti e non ionizzanti***
- ***Cosa fanno i campi elettromagnetici***
- ***La Normativa per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici***
- ***I limiti da rispettare***
- ***Le sorgenti di campi elettromagnetici per radiotelecomunicazioni in Valle d'Aosta***
- ***La tecnologia 5G***
- ***La normativa tecnica specifica per il 5G***

ARPA Valle d'Aosta

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Limiti di legge per i campi elettromagnetici a radiofrequenza

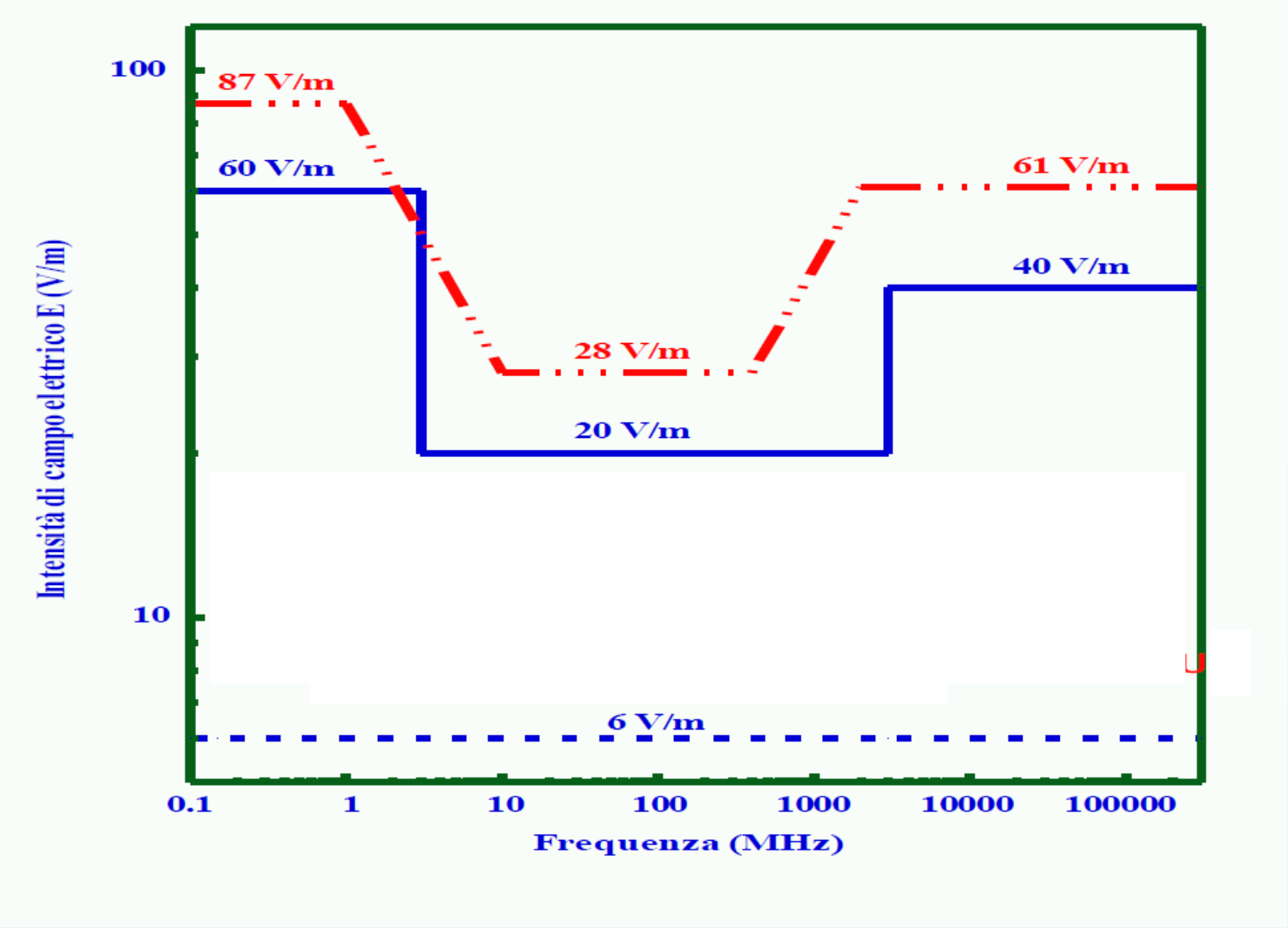
Tipo di campo	Frequenza	Limiti di esposizione	Valori di attenzione	Obiettivi di qualità
Elettrico	0.1 < f ≤ 3 MHz	60 V/m	6 V/m	6 V/m
	3 < f ≤ 3000 MHz	20 V/m		
	3 < f ≤ 300 GHz	40 V/m		
Magnetico	0.1 < f ≤ 3 MHz	0.2 A/m	0.016 A/m	0.016 A/m
	3 < f ≤ 3000 MHz	0.05 A/m		
	3 < f ≤ 300 GHz	0.01 A/m		
Densità potenza	0.1 < f ≤ 3 MHz	-	0.1 [W/m^2]	0.1 [W/m^2]
	3 < f ≤ 3000 MHz	1 [W/m^2]		
	3 < f ≤ 300 GHz	4 [W/m^2]		

Limiti di esposizione: da non superare in nessun luogo accessibile alla popolazione, tali valori devono essere rilevati ad un'altezza di m. 1.50 sul piano di calpestio e mediati su qualsiasi intervallo di sei minuti.
Valori di attenzione: da non superare all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e loro pertinenze esterne che siano fruibili come ambienti abitativi, quali balconi, terrazzi e cortili, esclusi i lastrici solari. Tali valori devono essere rilevati ad un'altezza di m. 1.50 sul piano di calpestio e sono da intendersi come media dei valori nell'arco delle 24 ore.
Obiettivi di qualità: da non superare nelle aree intensamente frequentate al fine di una progressiva minimizzazione dell'esposizione. Tali valori devono essere rilevati ad un'altezza di m. 1.50 sul piano di calpestio e sono da intendersi come media dei valori nell'arco delle 24 ore.

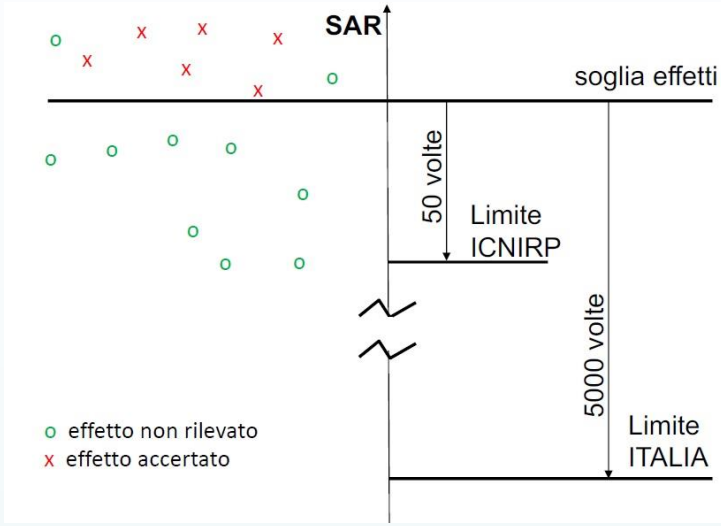
ARPA Valle d'Aosta

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Confronto tra i limiti italiani e quelli internazionali ICNIRP



Come sono stati definiti i limiti



- **Analisi degli studi sugli effetti**
  - Classificazione sulla base del SAR
- **Soglia**
  - Valore **minimo** per il quale sono stati accertati degli effetti
- **Fattore di sicurezza**
  - Fattore di riduzione applicato al SAR in via cautelativa

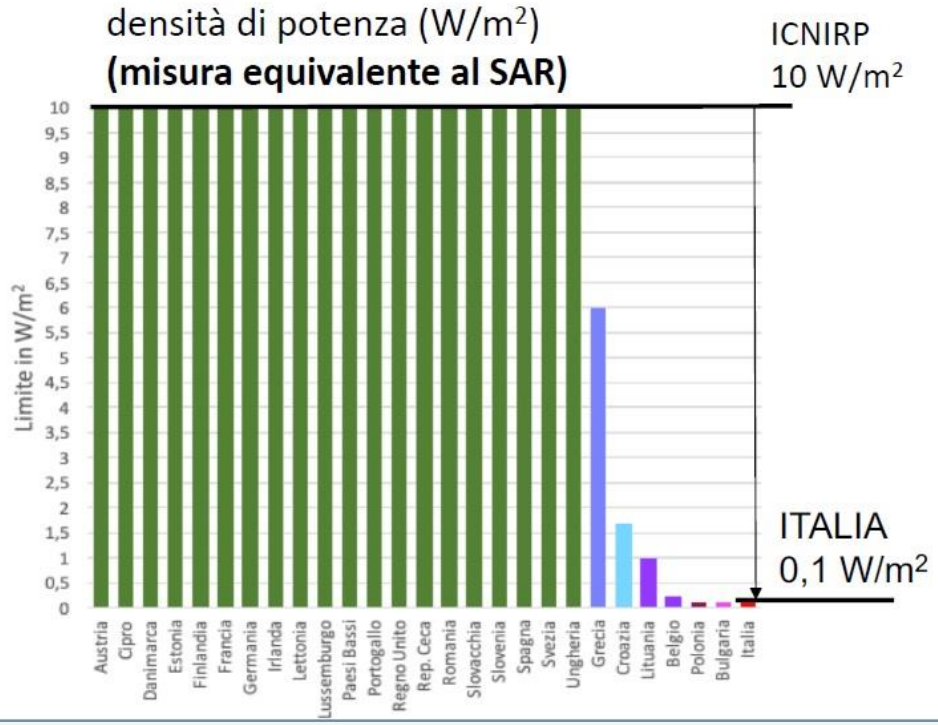
- **Valore soglia**
  - Valore minimo per il quale sono stati osservati effetti muscolo scheletrici

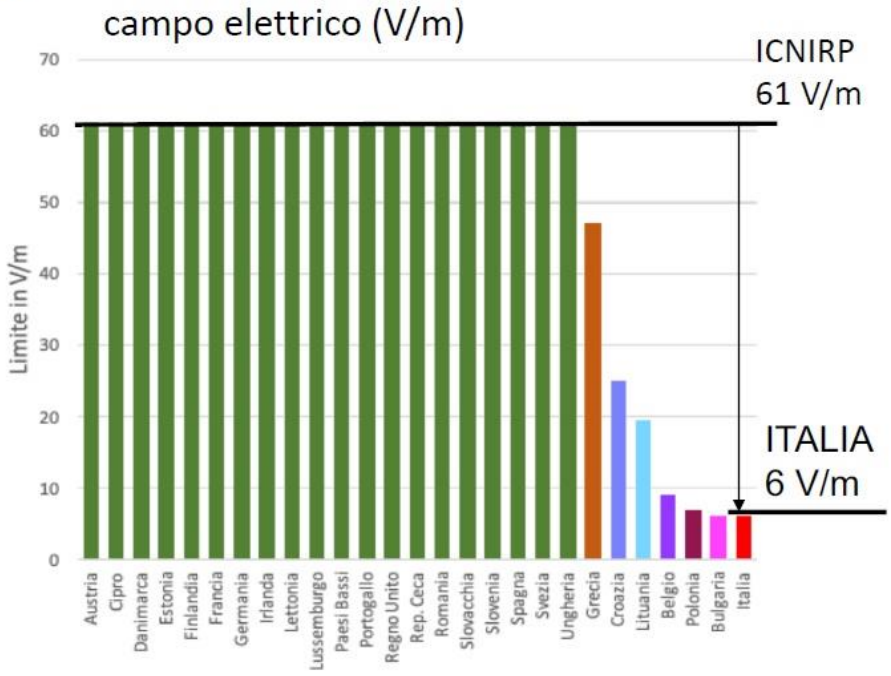
Con il fattore di riduzione 50 volte:

Con il fattore di riduzione 5000 volte:

Confronto tra i limiti nei vari paesi europei

Limiti(*) adottati nei paesi UE espressi in:





(*)Con riferimento alle frequenze 3.6--3.8 GHz considerate in questo studio

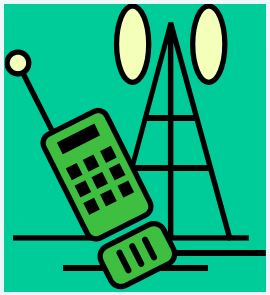
- *Cosa sono i campi elettromagnetici: radiazioni ionizzanti e non ionizzanti*
- *Cosa fanno i campi elettromagnetici*
- *La Normativa per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici*
- *I limiti da rispettare*
- *Le sorgenti di campi elettromagnetici per radiotelecomunicazioni in Valle d'Aosta*
- *La tecnologia 5G*
- *La normativa tecnica specifica per il 5G*

ARPA Valle d'Aosta

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Sorgenti di campo elettromagnetico per radiotelecomunicazioni

Frequenze da 100 kHz – 300 GHz
Antenne per la diffusione dei segnali
Radio, TV, Telefonia mobile e servizi vari
Le emissioni sono volontarie e definite



ARPA Valle d'Aosta

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

Postazioni di Radiotelecomunicazioni in Valle d'Aosta
Antenne Radio, TV, Telefonia Mobile e servizi vari

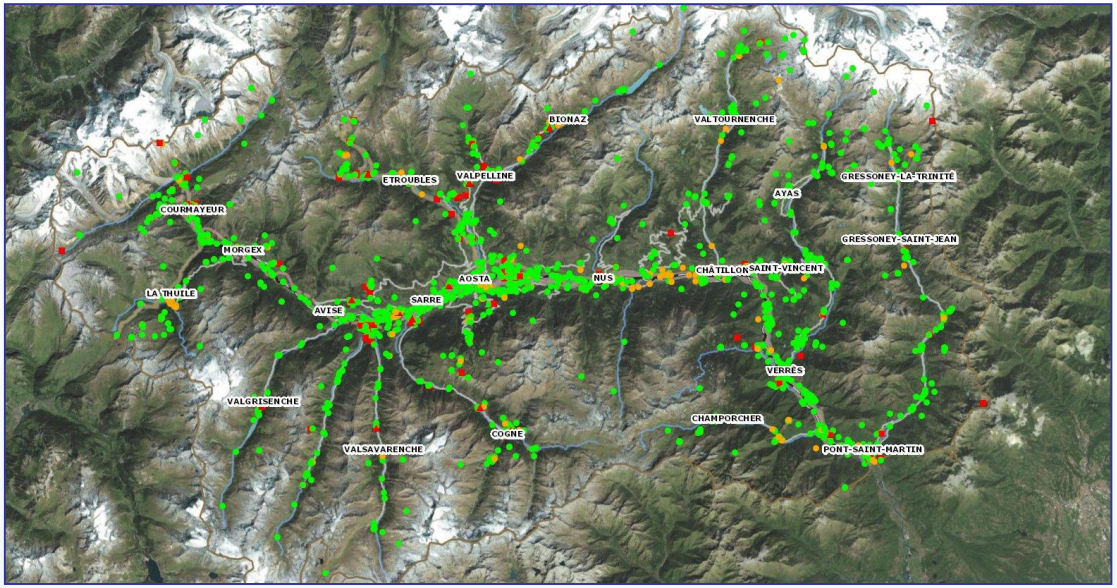


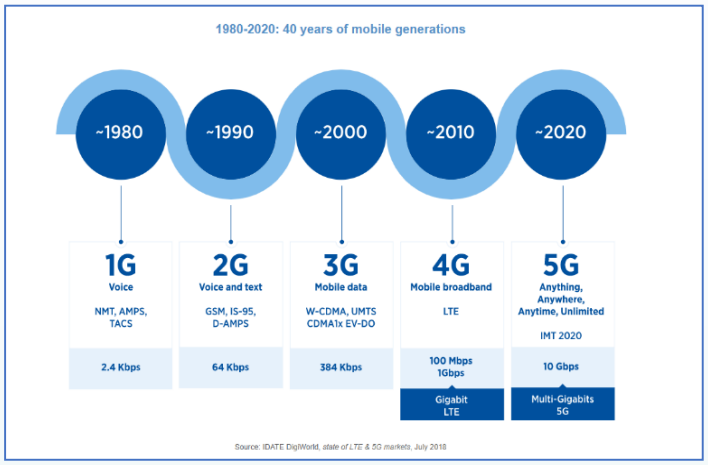
Immagine ricavata da SCT regionale

ARPA Valle d'Aosta

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

La tecnologia 5G

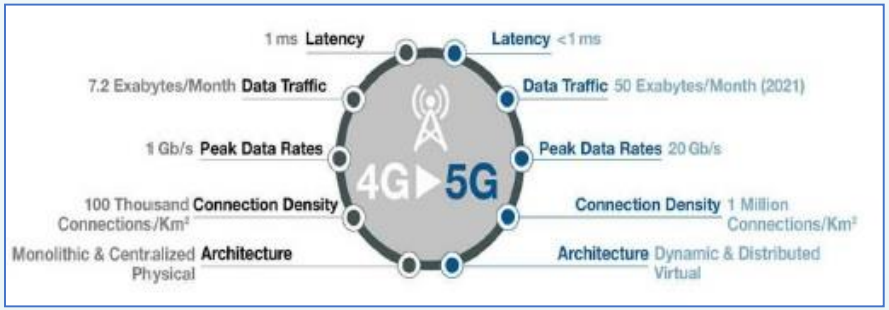
Con il termine 5G NR (New Radio) si intende una nuova tecnologia di comunicazione tra dispositivi elettronici: essa rappresenta l'evoluzione delle tecnologie già presenti (2, 3 e 4G)



La tecnologia 5G consente di svolgere in modo più efficiente, rispetto alle generazioni precedenti, gli scambi di informazioni tra dispositivi mobili (telefonini, tablet, ...) o fissi (reti WIFI domestiche, ...) sia per una comunicazione diretta (telefonata) che per l'accesso ad internet e a tutti i servizi connessi.

Alcune delle nuove applicazioni che abiliterà sono:

- ***realtà virtuale***
- ***guida autonoma***
- ***comunicazioni da veicolo (V2X)***
- ***l'Internet of Things (IoT)***
- ***l'IoT industriale (IIoT)***
- ***banda larga mobile wireless multi-gigabit***
- ***accesso wireless a banda larga fisso***

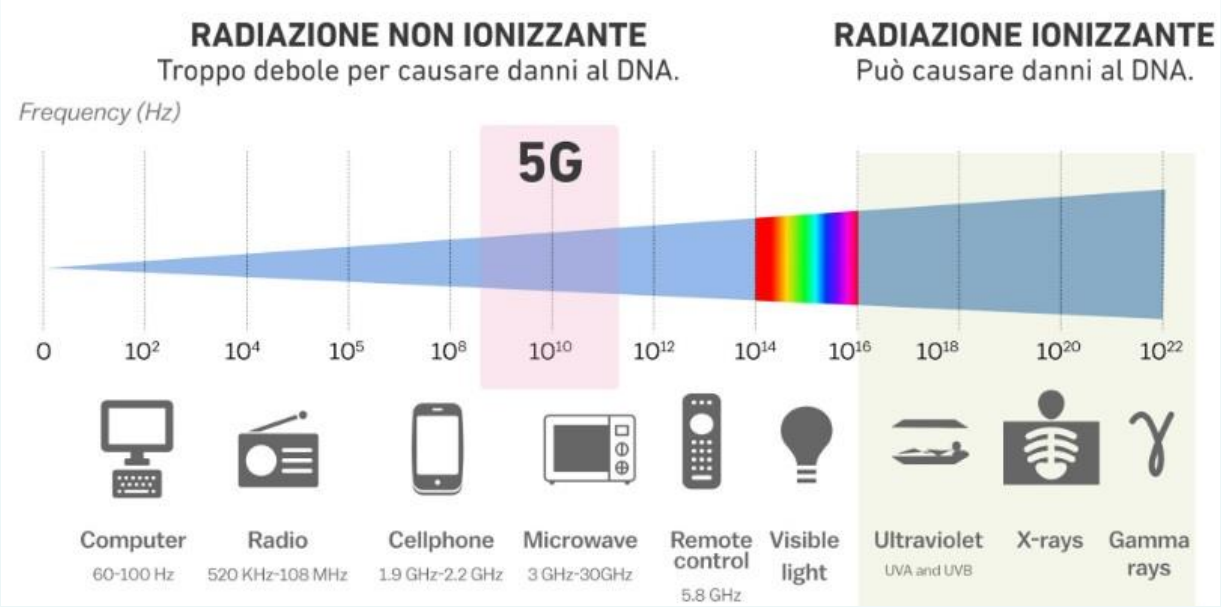


La tecnologia 5G

Le frequenze del 5G: ***le frequenze dello spettro elettromagnetico utilizzate da questa ultima generazione sono in parte utilizzate dalle tecnologie precedenti e in parte utilizzate per alcuni servizi specifici quali le connessioni in ponte radio:***

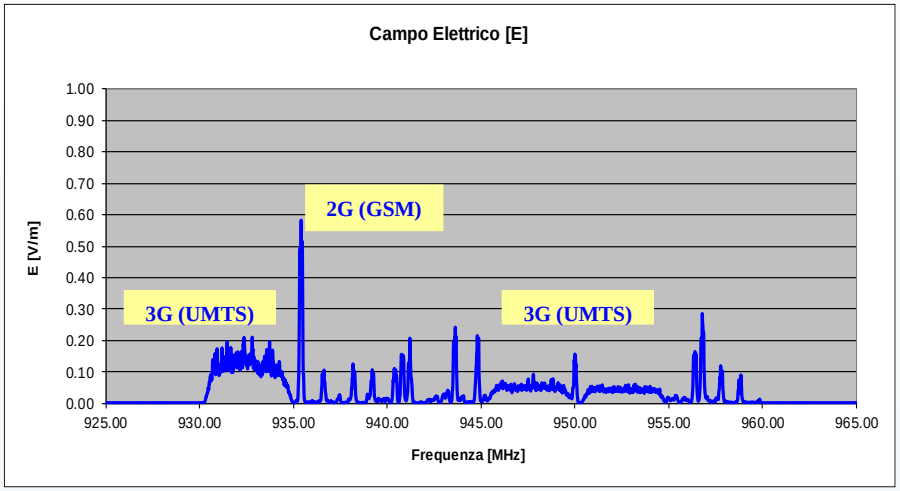
- ***La banda di frequenza detta sub-6 GHz, con blocchi nelle bande 700 MHz e 3400-3800 MHz e ultimamente anche 2600 MHz (associate finora solo al 4G)***

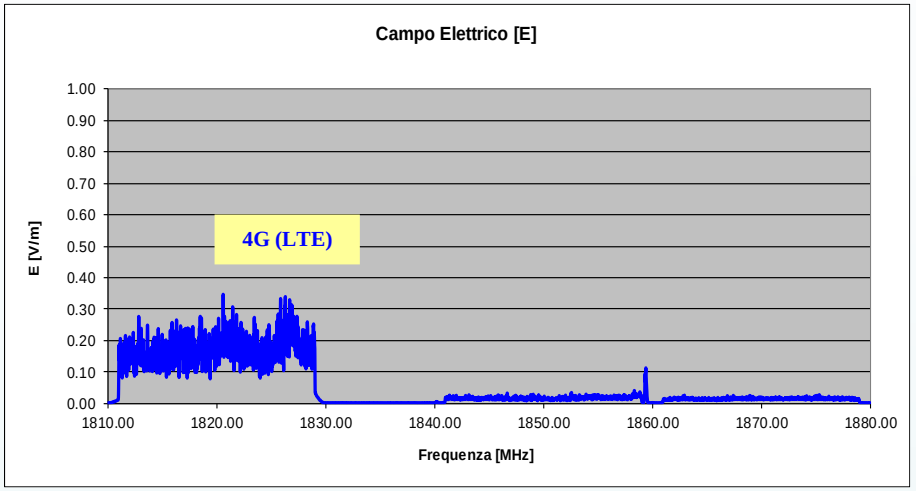
- ***La banda di frequenza detta mmWave (onde millimetriche), con blocchi di banda oltre i 26000 MHz (soprattutto per l'Internet of Things e FWA Fixed wireless access)***



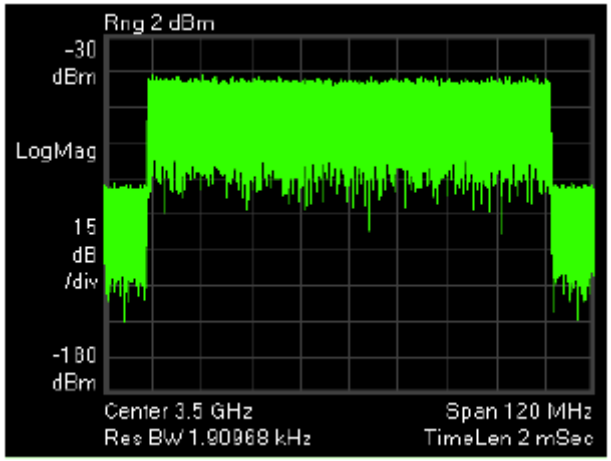
La tecnologia 5G

***La larghezza di banda:** con il 4G si avevano larghezze massime di 20 MHz, con il 5G si arriverà a larghezze di banda fino a 100 MHz*





Segnali 2, 3 e 4 G misurati da ARPA Valle d'Aosta



Segnale 5G misurato da ARPA Lazio

ARPA Valle d'Aosta

Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

La tecnologia 5G

Il beam sweeping e beam forming

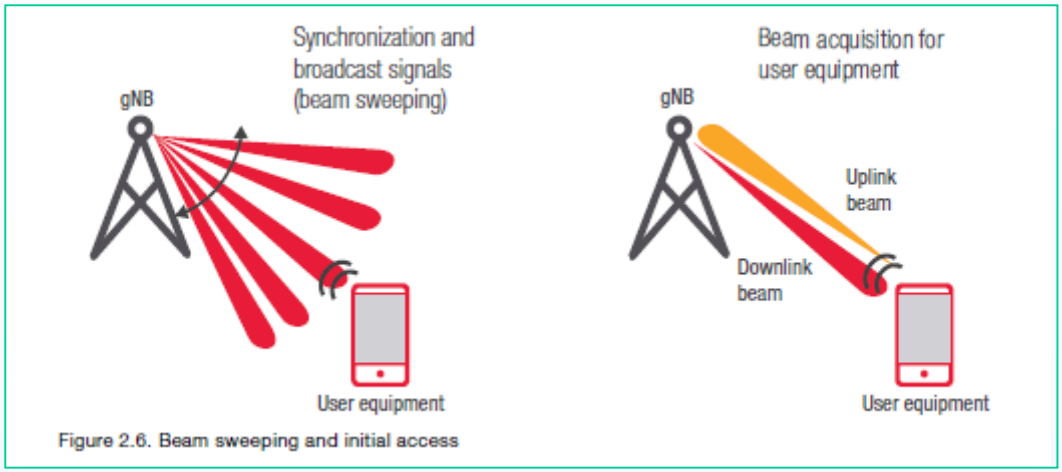
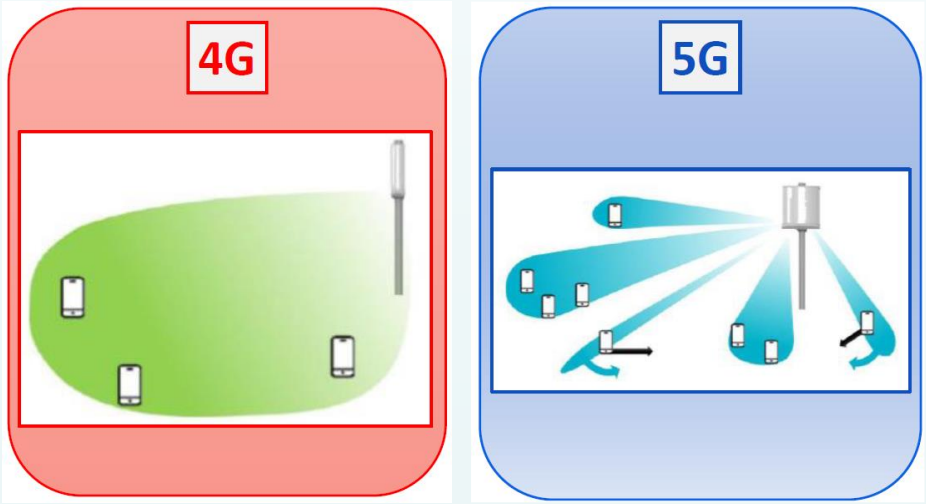


Figure 2.6. Beam sweeping and initial access

Tanti piccoli fasci che trasmettono solo i segnali di controllo a bassa potenza per la copertura del territorio; quando un utente chiede un servizio gli viene dedicato un fascio specifico con solo l'intensità necessaria allo svolgimento del servizio richiesto mentre nel resto dello spazio continuano ad essere emessi solo i segnali di controllo.



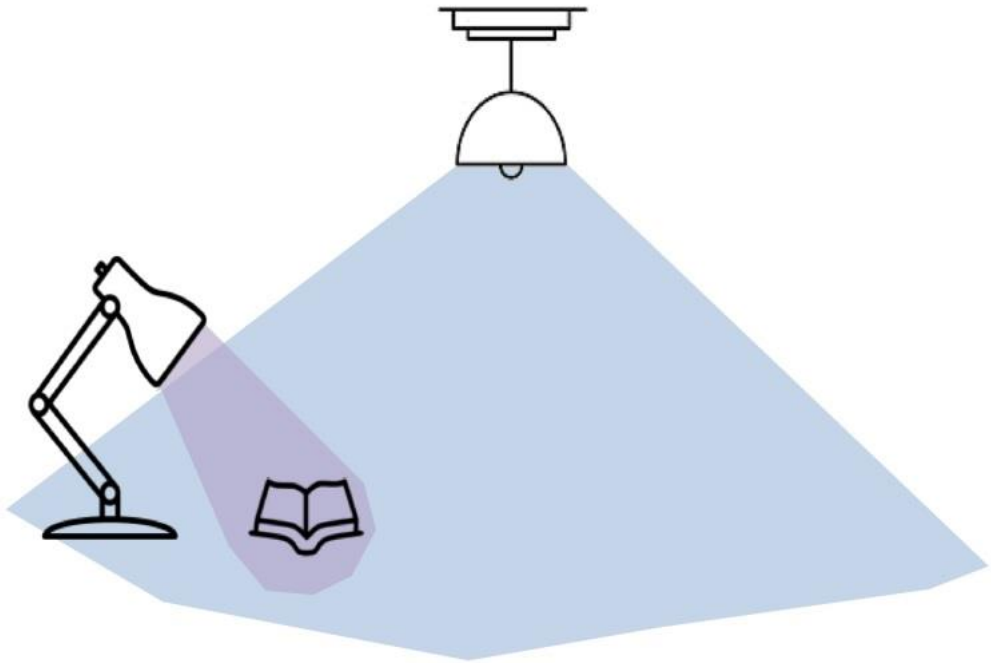
Nelle tecnologie precedenti il diagramma di irradiazione, cioè la forma del campo elettromagnetico generato nello spazio, è fisso. Con la tecnologia 5G vengono formati tanti fasci dedicati a seconda delle esigenze degli utenti

ARPA Valle d'Aosta

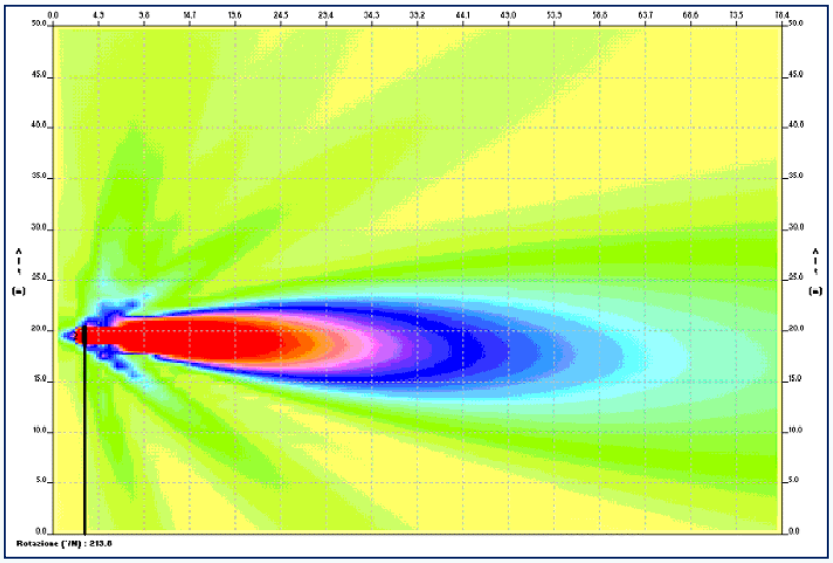
Sistema Nazionale per la Protezione dell'Ambiente

La tecnologia 5G

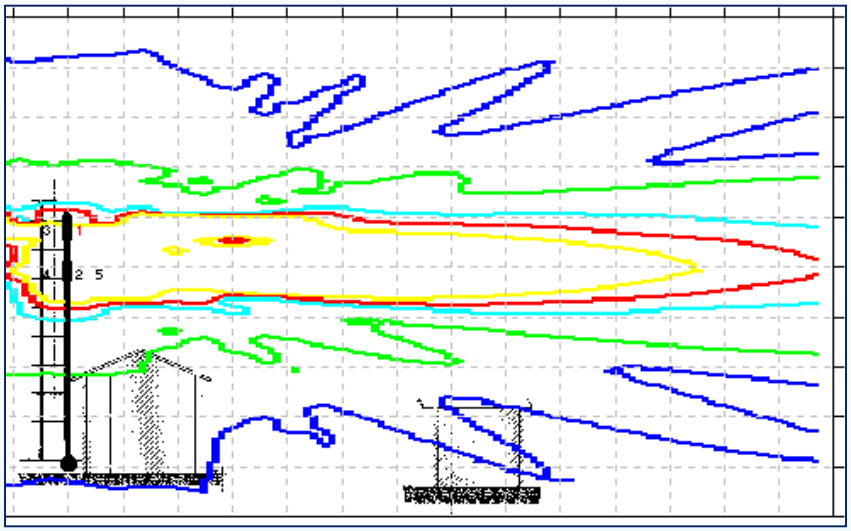
- **Luce d'ambiente**
  - Con la luce d'ambiente si illuminano artificialmente tutti gli spazi interni di un locale
- **Luce direttiva**
  - Con faretti direttivi è possibile illuminare solo una zona dove è necessaria la luce e aumentare l'efficienza energetica

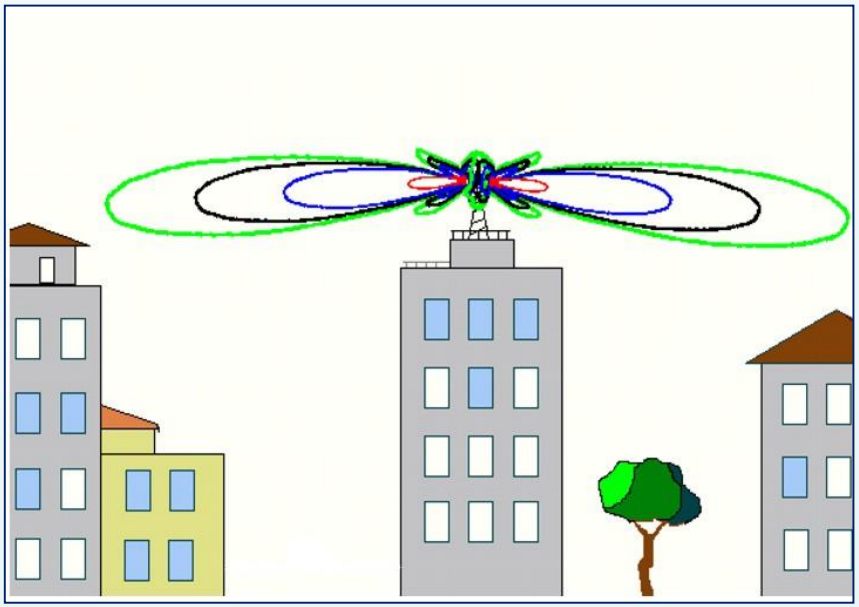


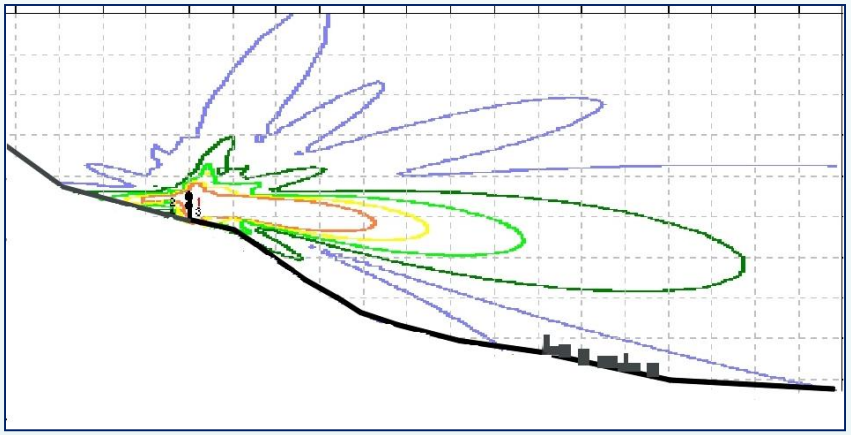
Simulazioni di campo elettrico generato da antenne fino al 4G



Il campo elettrico è generato in direzioni fisse con una particolare forma dipendente dalle caratteristiche tecniche dell'antenna







Simulazioni di campo elettrico generato da antenne 5G

Il campo elettrico viene simulato come se tutti i fasci fossero contemporaneamente attivi

LA NORMATIVA TECNICA SPECIFICA PER IL 5G

- **DIRETTIVA (UE) 2018/1972: che istituisce il codice europeo delle comunicazioni elettroniche, gli Stati membri applicano le misure necessarie per conformarsi all'articolo 54 (Tempistica coordinata delle assegnazioni per specifiche bande 5G) a decorrere dal 31 dicembre 2020.**

- **TECHNICAL REPORT IEC TR62669:2019: "Case studies supporting IEC 62232 - Determination of RF field strength, power density and SAR in the vicinity of radiocommunication base stations for the purpose of evaluating human exposure", recepito dal Comitato Elettrotecnico Italiano attraverso il documento CEI IEC TR 62669:2019, in vigore dal 01/08/2019**

- **DELIBERA SNPA n.59/2019: Criteri per la valutazione delle domande di autorizzazione all'installazione di impianti di telefonia mobile con antenne mMIMO – ottobre 2019**

- **DELIBERA SNPA n.69/2020: Criteri per la valutazione delle domande di autorizzazione all'installazione di impianti di telefonia mobile con antenne mMIMO - gennaio 2020**

- **Linee guida ICNIRP (International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection - Commissione internazionale per la protezione dalle radiazioni non ionizzanti): marzo 2020**

- *Cosa sono i campi elettromagnetici: radiazioni ionizzanti e non ionizzanti*
- *Cosa fanno i campi elettromagnetici*
- *La Normativa per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici*
- *I limiti da rispettare*
- *Le sorgenti di campi elettromagnetici per radiotelecomunicazioni in Valle d'Aosta*
- *La tecnologia 5G*
- *La normativa tecnica specifica per il 5G*