PuntoSicuro

ARTICOLO DI PUNTOSICURO

Anno 28 - numero 6155 di Lunedì 21 settembre 2026

Esposizione ai campi elettromagnetici e reti 5G: come cambia la valutazione

Un intervento si sofferma sull'esposizione ai campi elettromagnetici e sulle reti 5G. Focus sulle caratteristiche delle reti 5G, sugli strumenti di misura e sui criteri di valutazione dell'esposizione.

Bologna, 21 Set ? L'evoluzione delle **reti 5G** ha causato, in questi anni, alcune preoccupazioni sul possibile impatto sulla salute e sicurezza derivante dalla esposizione alle radiazioni elettromagnetiche a **radiofrequenza** (RF).

Per poterne parlare facciamo riferimento ad una relazione presentata nel 2022 al convegno "**dBA2022 ? Rischi fisici emergenti nei luoghi di lavoro**" che, organizzato da Regione Emilia Romagna, Inail e Ausl Modena, si è tenuto durante la manifestazione Ambiente Lavoro (Bologna, 23 novembre 2022).

In "**Campi elettromagnetici e 5G**", a cura di Sara Adda (Arpa Piemonte ? Dipartimento Rischi Fisici e Tecnologici), sono presentate le caratteristiche tecniche di questa tecnologia che modificano le modalità di esposizione rispetto alle reti precedenti, collegandole ai metodi di valutazione tramite misure e calcoli, alla normativa e ai controlli del Sistema Nazionale di Protezione Ambientale.

L'intervento è stato pubblicato nel volume "***dBA2022 ? Rischi fisici emergenti nei luoghi di lavoro***" ? a cura di Silvia Goldoni e Angelo Tirabasso - che raccoglie gli interventi dell'omonimo convegno ad Ambiente Lavoro.

Nell'articolo di presentazione della relazione ci soffermiamo sui seguenti argomenti:

- Campi elettromagnetici e 5G: caratteristiche dei sistemi 5G
- Campi elettromagnetici e 5G: ricadute sulla valutazione
- Campi elettromagnetici e 5G: sfida e conclusioni

Pubblicità

Campi elettromagnetici e 5G: caratteristiche dei sistemi 5G

Nell'intervento si indica che ci sono diversi aspetti che "**caratterizzano i sistemi 5G** costituendo un salto di paradigma rispetto ai sistemi precedenti: l'utilizzo di antenne attive, la gestione delle risorse radio per la trasmissione di informazioni (in frequenza, nello spazio e nel tempo), lo sfruttamento di bande di frequenza solo in parte sovrapponibili a quelle utilizzate dagli altri segnali (in particolare la banda delle onde millimetriche)".

Si indica che i sistemi 5G prevedono per loro natura "una elevata **flessibilità di applicazione**, da cui derivano un numero molto elevato di possibili implementazioni: dal *Dynamic Spectrum Sharing* (condivisione di spettro tra segnali 4G e 5G) ai sistemi 5G *Non Stand-Alone* (la cui esistenza è legata strettamente alla presenza di impianti 4G) o *Stand-Alone* (indipendenti dalla presenza di altri impianti), dal *Single-User* MIMO al *Multi-User* MIMO, ai sistemi di limitazione della potenza degli impianti per settore angolare". E le diverse implementazioni ed applicazioni "possono comportare **considerevoli differenze nei metodi di stima dell'esposizione** e nei livelli di campo elettromagnetico".

La relatrice evidenzia le **caratteristiche più significative**, riguardo alla ricaduta sui livelli di esposizione e sui metodi per la valutazione:

- **Bande di frequenza**: "il segnale 5G in Italia viene implementato in due macro-regioni dello spettro elettromagnetico: sub-6 GHz (con blocchi nelle bande 700 e 3700 MHz) e mmWave (con blocchi nella banda 26 GHz)".
- **Larghezza di banda**: "la tecnologia 5G estende la larghezza massima consentita fino a 100 MHz per il segnale sub-6 GHz e 400 MHz per il segnale mmWave" (millimeter waves).
- **Numerologia**: a differenza del LTE (uno standard tecnico principale alla base della rete 4G), dove l'unico valore consentito per la spaziatura tra le sottoportanti è 15 kHz, "la tecnologia 5G supporta diverse numerologie, indicate dal parametro ?. Tale parametro può variare da 0 a 4 ed è strettamente legato alla spaziatura delle sottoportanti dalla formula $?f = 2^{?} *15$ kHz. Di conseguenza, anche la durata del simbolo è connessa a ?, in quanto inversamente proporzionale a ?f. Da notare che la trama del segnale 5G può essere anche frazionata in bandwidth parts che possono far riferimento a numerologie diverse (ad esempio, numerologie diverse per i canali di controllo e per i dati)".
- **Duplexing FDD/TDD**: "analogamente alla tecnologia LTE, anche il 5G prevede due possibili modalità di accesso alla risorsa radio: *Frequency Division Duplex* (FDD), dove le trasmissioni di *downlink* e *uplink* viaggiano su frequenze separate e *Time Division Duplex* (TDD), dove *downlink* e *uplink* condividono la medesima banda di frequenza, occupandola alternativamente in specifici slot temporali previsti dallo standard. La modalità FDD è quella scelta per la banda a 700MHz, mentre i segnali a 3.7GHz e a 26GHz sono di tipo TDD".
- **Canali di controllo**: la tecnologia 5G prevede un utilizzo più intelligente della risorsa radio, limitando l'emissione dei canali di segnalazione e controllo esclusivamente ad alcune finestre temporali. Tale caratteristica è profondamente differente rispetto a quanto avviene nel segnale LTE dove il Reference Signal è costantemente presente all'interno della trama. Il canali di segnalazione e controllo per il 5G sono del tutto analoghi a quelli del LTE", ma sono "compressi in una struttura chiamata SS-Block che viene trasmessa solo in specifiche locazioni di trama previste dallo standard".
- **Uso di antenne attive** (*beamsweeping* e *beamforming*): la differenza più marcata rispetto alla tecnologia 4G risiede nella **dinamicità del diagramma di radiazione prodotto dalle antenne operanti in tecnologia 5G**. A fronte di un corrispettivo diagramma LTE statico tempo-invariante, la nuova tecnologia prevede che i canali di controllo siano trasmessi su fasci che nel tempo scansionano porzioni di spazio differenti (*beamsweeping*). Una volta che la Stazione Radiobase ha stabilito una connessione con il terminale, essa è in grado di sintetizzare uno o più fasci opportunamente direzionati al fine di garantire il servizio richiesto dall'utente (*beamforming*). L'uso di antenne attive non è vincolante nei sistemi 5G, ma la scelta dipende dalle esigenze di copertura e di throughput dei dati: ad esempio, i sistemi 5G a 700MHz implementano antenne passive (del tutto analoghe alle antenne 4G), ed alcuni casi di antenne utilizzate in modo passivo si trovano anche nella banda 3.7GHz, per sistemi 5G di fornitura dati a terminali fissi".

Campi elettromagnetici e 5G: ricadute sulla valutazione

La relatrice ribadisce che le caratteristiche elencate hanno delle "**ricadute su strumenti e metodi di valutazione dell'esposizione e sull'intensità e durata dell'esposizione**".

Viene presentato un quadro sintetico di queste **ricadute**.

Si segnala che dal punto di vista della misura dell'esposizione, ad esempio, "l'ampliarsi degli intervalli di frequenza utilizzati dal sistema 5G comporta la necessità di un **adeguamento della strumentazione**, anche dal punto di vista dei requisiti sull'incertezza strumentale da applicarsi nel confronto con i limiti. Infatti, la piattezza nella risposta in frequenza o l'isotropia di una sonda su intervalli di frequenza molto ampi tendono ad essere meno ottimizzate rispetto a quelle di sonde che coprono bande più strette, aumentando così l'incertezza strumentale complessiva".

Inoltre anche la maggiore larghezza di banda dei segnali "costituisce una nuova sfida rispetto alle capacità di risposta degli strumenti, e alla stima dell'incertezza associata alla misura (ad esempio, il fattore d'antenna di alcune tipologie di antenne può variare in modo significativo in un range di 400MHz, pari alla larghezza di banda di segnali 5G nelle onde millimetriche)".

Alla numerologia ? l'insieme di parametri fisici che configurano la trasmissione radio e la gestione del duplexing, la relatrice dedica un paragrafo di approfondimento sull'impatto sulla risposta dei misuratori in banda larga a questo tipo di segnali.

Inoltre la gestione dei canali di controllo ha "una chiara ricaduta sui livelli di esposizione: quando non sono presenti terminali che generino traffico, l'esposizione è estremamente limitata, sia in intensità, sia come durata temporale". E questo aspetto "è anche legato all'utilizzo del *beamforming* nelle antenne attive: in assenza di utenti in una certa area, non vi è irradiazione verso quella zona, in quanto il segnale di traffico viene trasmesso con fasci molto direttivi soltanto verso le aree ristrette dove uno più terminali richiedono traffico dati".

Campi elettromagnetici e 5G: sfida e conclusioni

Rimandando ai vari altri capitoli dell'interessante relazione di Sara Adda, veniamo direttamente ad alcune sue **conclusioni**.

Si segnala che lo sviluppo dei sistemi 5G ha costituito "una **sfida** per il controllo dell'esposizione ai campi elettromagnetici, soprattutto per le grandi novità tecnologiche e la ricaduta di tali novità sui livelli e sui tempi di esposizione, nonché sugli strumenti e metodi di misura". E questa sfida ha reso necessari "diversi lavori di approfondimento e ricerca a livello nazionale ed internazionale, che stanno a loro volta conducendo ad un aggiornamento degli standard tecnici per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici generati da apparati 5G".

Dopo aver ricordato lo sviluppo della rete 5G in Italia, riguardo alle varie bande, con riferimento alla situazione nel 2022, a una prima analisi dell'esposizione della popolazione a queste sorgenti si evidenzia che "**non emergono criticità** per i livelli di campo elettromagnetico, e che gli impianti installati irradiano in genere potenze molto limitate rispetto a quelle preventivate in

fase autorizzativa: tale aspetto è legato in parte alla relativa lentezza con cui si stanno diffondendo i terminali ed i servizi 5G, ma soprattutto alla grande ottimizzazione del trasferimento di informazioni che i sistemi 5G sono in grado di realizzare, per cui è sufficiente l'irraggiamento di una potenza limitata per limitati intervalli di tempo per garantire i servizi".

Rimandiamo, in conclusione, alla lettura integrale dell'intervento che riporta altri dettagli e si sofferma anche sui seguenti argomenti:

- la normativa nazionale ed internazionale per la tutela dall'esposizione al 5G
- come i segnali 5G influiscono sulla risposta dei sensori a banda larga di campo elettrico
- impatto dell'utilizzo del dynamic spectrum sharing tra 4G e 5G sull'esposizione della popolazione
- misure selettive ed estrapolazioni alla massima potenza per i segnali 5G: stato dell'arte e novità negli standard tecnici.

RTM

Scarica il documento da cui è tratto l'articolo:

Regione Emilia Romagna, Inail, Ausl Modena, " dBA2022 ? Rischi fisici emergenti nei luoghi di lavoro", a cura di Silvia Goldoni e Angelo Tirabasso, pubblicazione che raccoglie gli atti del convegno "dBA2022 ? Rischi fisici emergenti nei luoghi di lavoro", Bologna, 23 novembre 2022 (formato PDF, 2.27 MB).

Vai all'area riservata agli abbonati dedicata a " Agenti fisici nei luoghi di lavoro - 2022".

Licenza Creative Commons
I contenuti presenti sul sito PuntoSicuro non possono essere utilizzati al fine di addestrare sistemi di intelligenza artificiale.

www.puntosicuro.it