

Reti telefonia cellulare 5G: facciamo chiarezza sull'esposizione umana ai campi elettromagnetici

Nicola Pasquino

Professore di Misure per la Compatibilità Elettromagnetica
Responsabile Scientifico emcLab



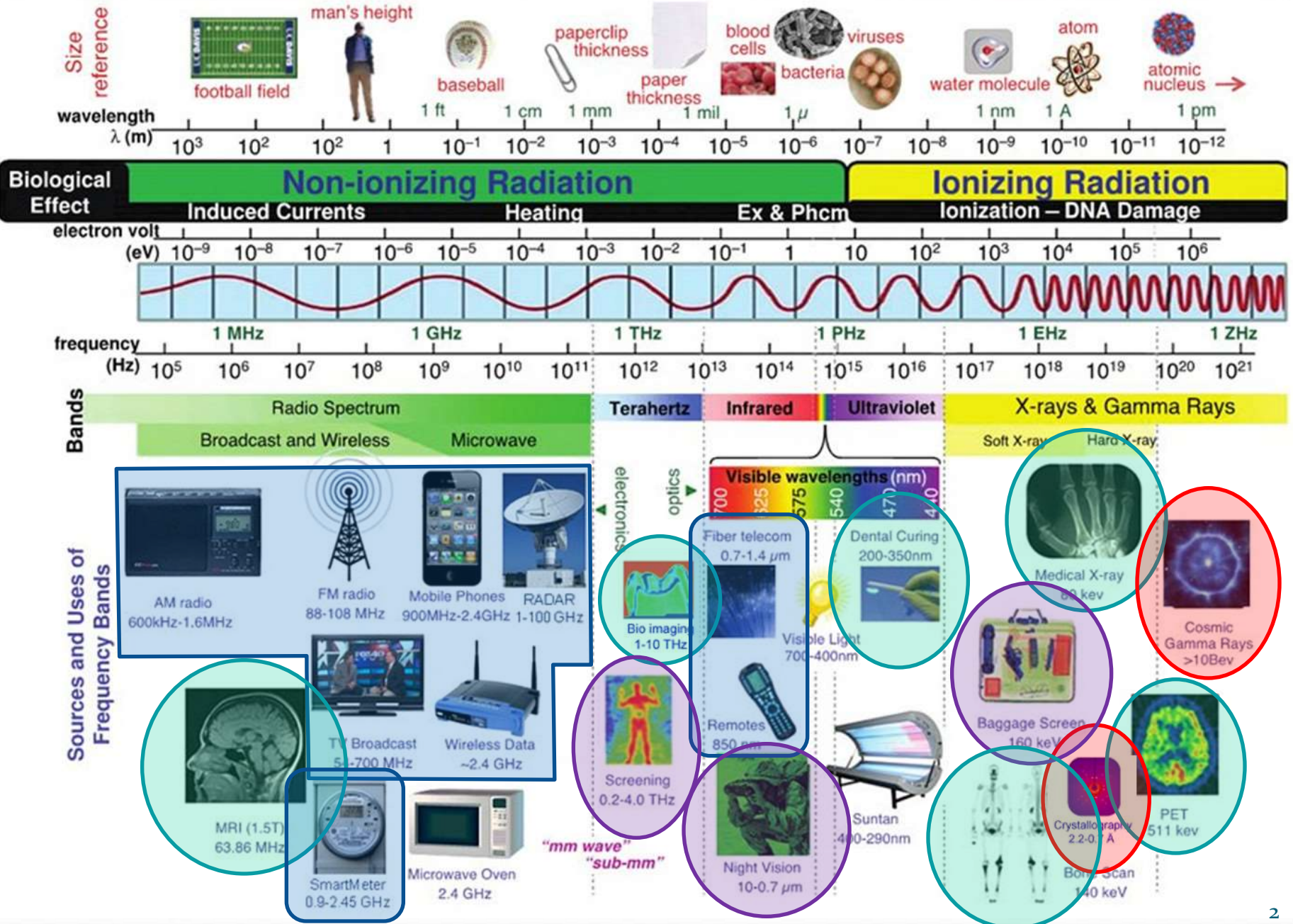
DIETI – Università degli Studi di Napoli Federico II

Coordinatore della Commissione Speciale
“Esposizione umana ai campi elettromagnetici”
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli

Comitato Elettrotecnico Italiano, CT 106
“Esposizione umana ai campi elettromagnetici”

**INFRASTRUTTURE IN FIBRA OTTICA E RETI 5G:
OPPORTUNITÀ DI SVILUPPO SOCIALE ED ECONOMICO DEL TERRITORIO**
ENERGYMED, 29 MARZO 2019

ELECTROMAGNETIC RADIATION SPECTRUM



Principali sorgenti (popolazione)

Elettrodotti per la distribuzione di energia elettrica a **50 Hz**

- Tipicamente localizzati al di fuori delle aree urbane.
- In zone rurali, paesi e città minori possono attraversare il territorio ed interessare direttamente la popolazione



Stazioni radiobase (BTS)

Per motivi tecnici, sono localizzate all'interno dell'area servita



Trasmittitori radio e televisivi

Di elevata potenza, sono posti in punti elevati per una migliore copertura del territorio

Parametri di interesse

- **Frequenza**

Le interazioni, e quindi gli effetti, variano con la frequenza:

- Bassa frequenza: **interferenza** con segnali funzionali o organi sensoriali
- Alta frequenza: **riscaldamento** dei tessuti

- **Potenza**

Maggiore è la potenza, maggiore è l'**area di copertura** (e quindi di influenza)

- Wi-Fi e servizi a corto raggio in genere: ~100 mW (copertura domestica)
- Cellulare: < 1 W
- Nano- e pico-celle: 5/10 W
- Stazioni radio base: ~ 10 W (picco)
- Broadcast radio e TV: 10-100 kW (decine di km)
- Radar: ~MW (centinaia di km)

- **Direttività**

- Wi-Fi: **scarsamente** direttivo (copertura domestica)
- Radar: **fortemente** direttivo (illuminazione di un settore angolare ristretto)

- **Distanza**

- Il livello di esposizione decresce al crescere della distanza (**e i city canyons?**)

Effetti sull'uomo

- Bassa frequenza:
 - Correnti indotte: **interferenza** con i segnali elettrici del corpo
- Alta frequenza:
 - Effetti termici: **riscaldamento** della parti esposte:
 - *ipertermia e forni a microonde.*

Attenzione! L'entità del riscaldamento dipende dalla potenza: microonde ~ kW, cellulare ≤ 1 W
E' la stessa differenza che esiste fra **un urlo** ed **un bisbiglio**
 - Effetti non termici: **non esistono** al momento **prove certe** dell'insorgenza di tumori per esposizione ai campi elettromagnetici.

Categoria 2B "Possibly Carcinogenic"

<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/ClassificationsGroupOrder.pdf>

		Animals			
		Sufficient	Limited	Inadequate	Suggesting lack
Humans	Sufficient	1	1	1	1
	Limited	2A (1)	2B (2A)	possibly	2B (2A)
	Inadequate	2B (1,2A,3)	3 (2B)	3	3 (4)
	Suggesting lack	3 (1)	3	3	4

28 gennaio 2018

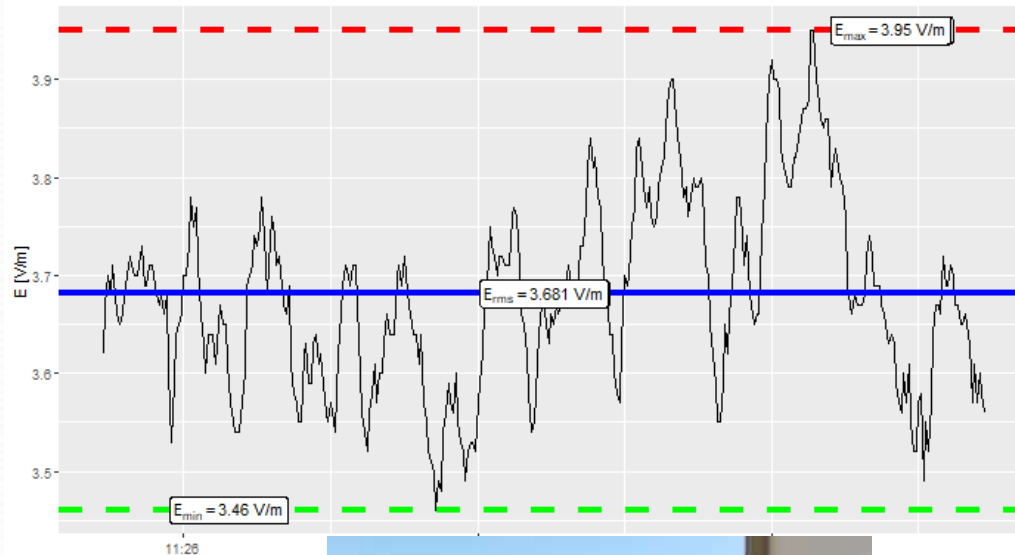
<http://monographs.iarc.fr/ENG/Classification/>

- Fenobarbital
- Naftalene
- Piombo
- **Acido caffeico** (caffè, angelica, arnica, melissa e propoli, in elevate percentuali). Alimenti: cicoria, carciofo, piselli e fragole
- **Sottaceti**, giardiniera (insalata di rinforzo)
- Nero fumo (carbon black)
- **Cobalto** e suoi composti
- Diesel per motori marini
- Impianti di cobalto o nickel metallico e polvere di lega con 66-67% nickel, 13-16% cromo e 7% ferro
- **Nickel** metallico e di lega
- Esposizione professionale ai processi di stampa



Punto 5

Cucina (centro) appartamento VIII piano int 27 - dalle ore 11:25:27 del 29/09/18 alle ore 11:31:27 del 29/09/18

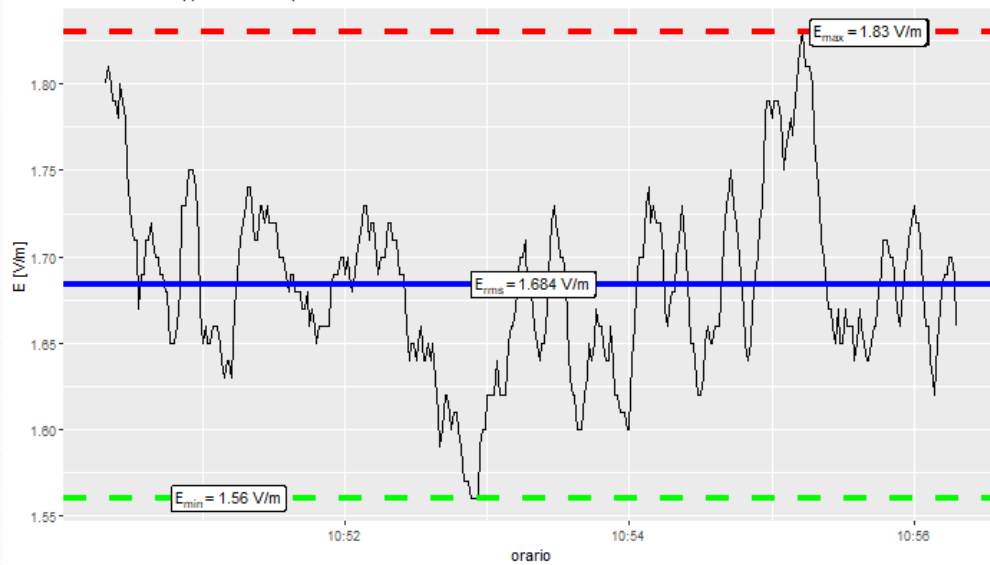


11:28



Punto 2

Balcone cucina appartamento VI piano int. 21 - dalle ore 10:50:19 del 29/09/18 alle ore 10:56:18 del 29/09/18

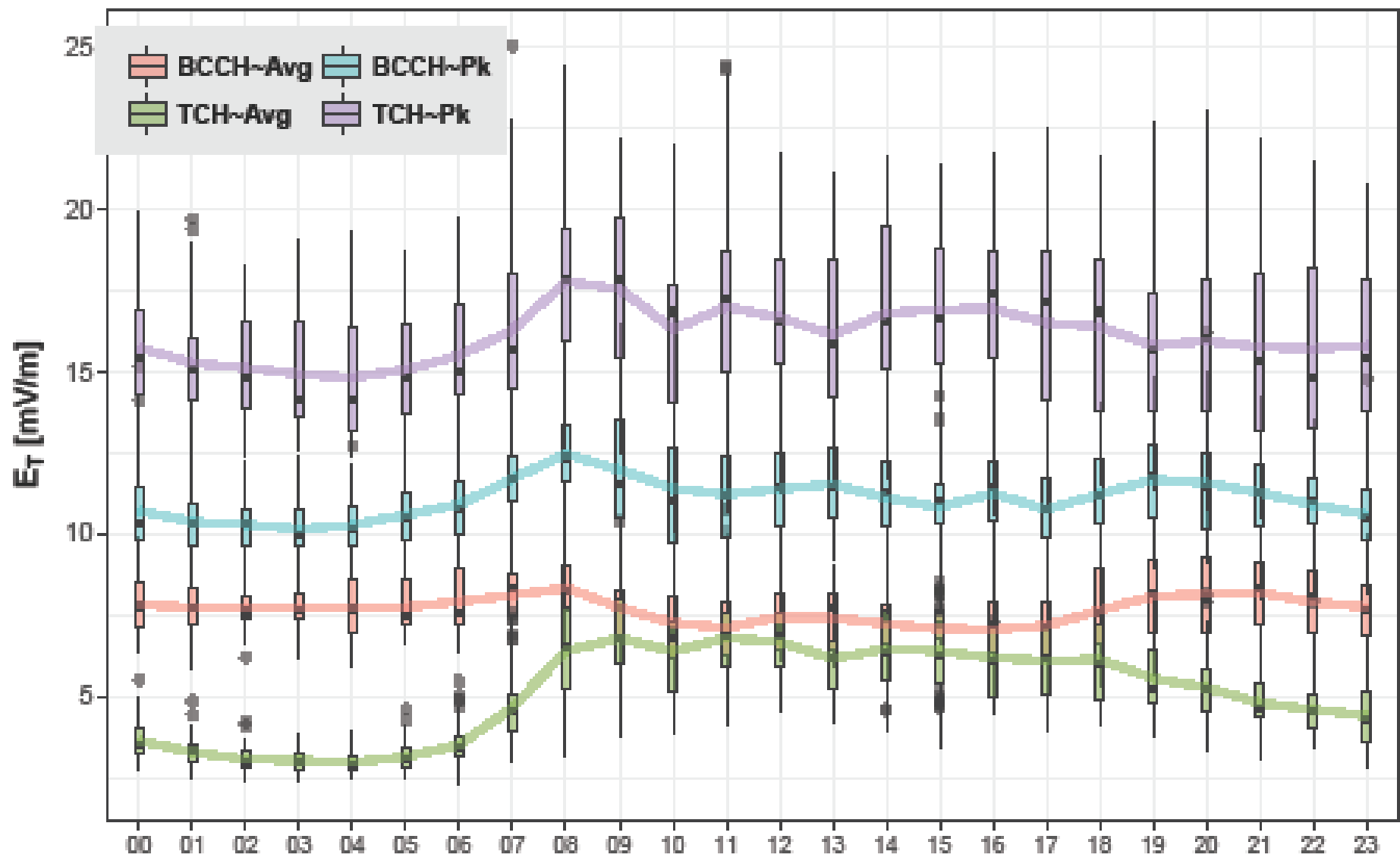


10:52

10:54

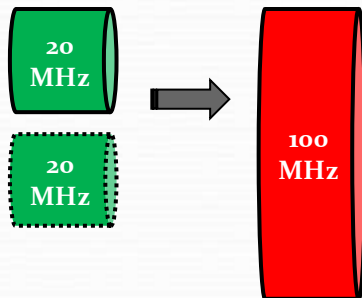
10:56

orario



5G: Nuova Interfaccia Radio

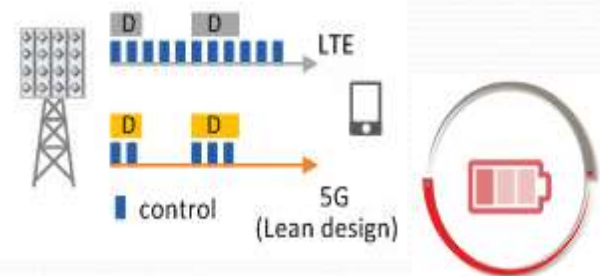
Larger Bandwidth



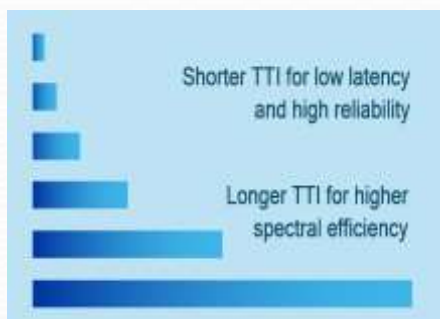
Massive MIMO



Efficient Signalling for Reduced Energy consumption



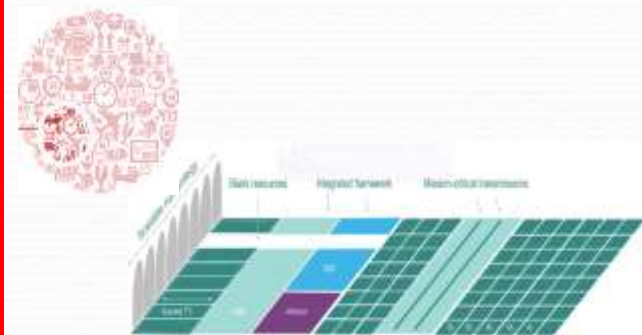
Low Latency



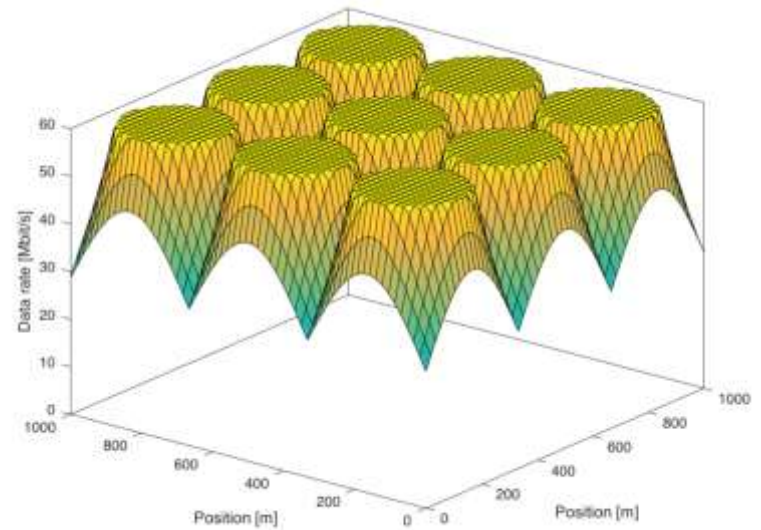
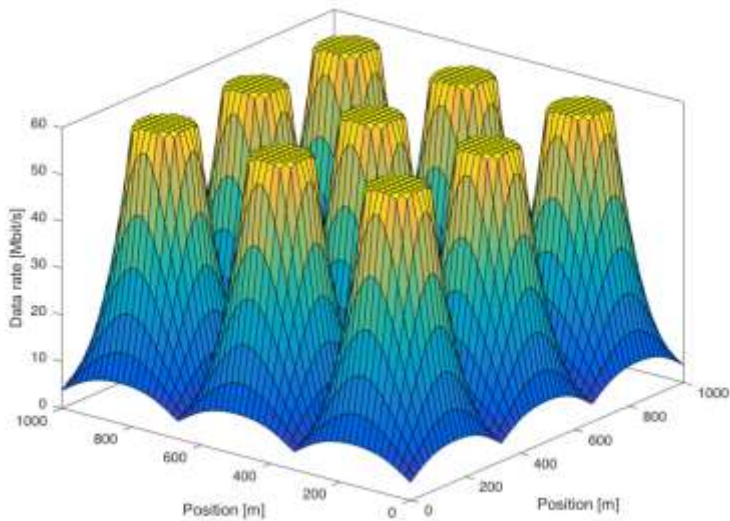
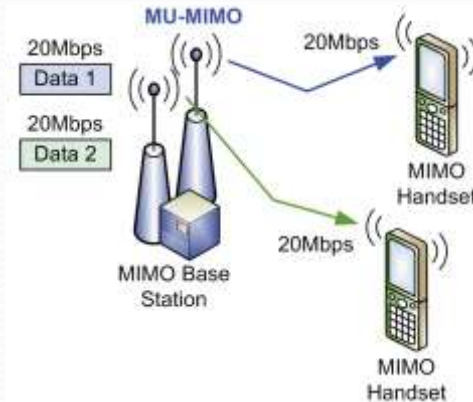
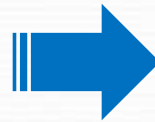
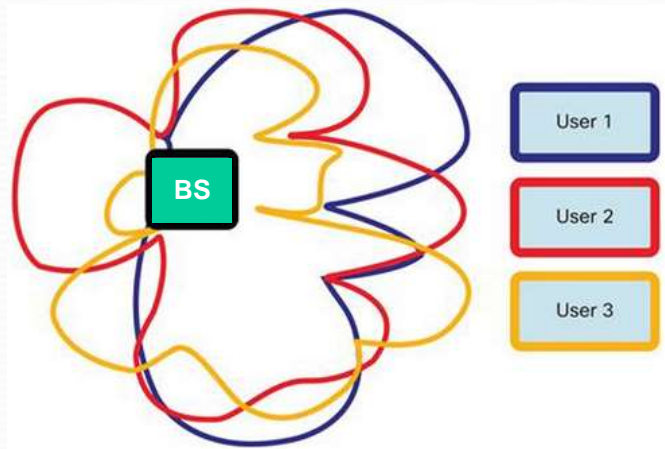
Multiple Connectivity



Flexibility & Capacity



Il Beamforming e l'ottimizzazione della copertura



Questionario Informativo sull'Esposizione ai Campi Elettromagnetici ad Alta Frequenza



<https://is.gd/K2C2f8>

Questionario informativo sull'esposizione ai Campi Elettromagnetici ad Alta Frequenza

Il questionario che si accinge a compilare è stato elaborato congiuntamente dall'emcLab - Laboratorio di Compatibilità Elettromagnetica del Dipartimento di Ingegneria Elettrica e delle Tecnologie dell'Informazione (DIETI) dell'Università di Napoli Federico II e dalla Commissione Speciale "Esposizione Umana ai Campi Elettromagnetici" dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Napoli, ed ha l'obiettivo di rilevare l'interesse della popolazione verso il fenomeno dell'esposizione umana ai campi elettromagnetici (spesso noto come "elettrosmog" o "inquinamento elettromagnetico") e i comportamenti dei cittadini nei confronti delle sorgenti elettromagnetiche, in particolare verso quelle ad alta frequenza.

La ringraziamo fin da ora per il tempo che vorrà dedicare alla compilazione del questionario, che non dovrebbe richiederle più di un paio di minuti.

Per ovi motivi di significatività dei risultati, La preghiamo di compilare il questionario una sola volta.

AVANTI

 Pagina 1 di 12

Questionario: <https://goo.gl/forms/snuf3WpjjQc2FHGo2>

Facebook: <https://www.facebook.com/nicola.pasquino/posts/10161135880540471>

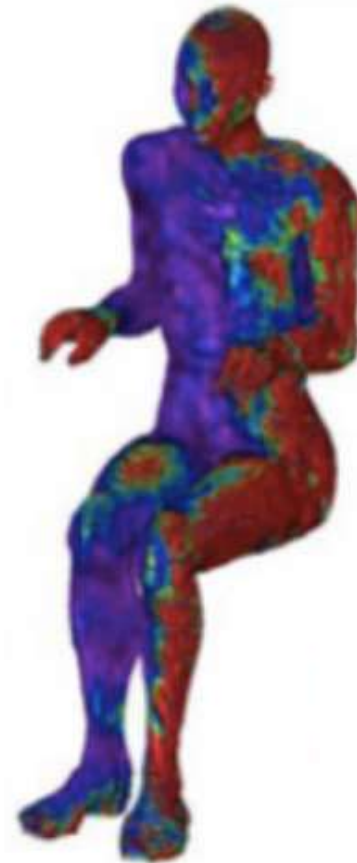
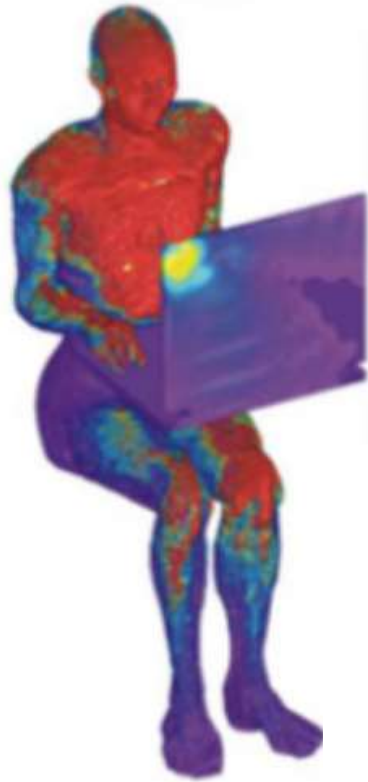
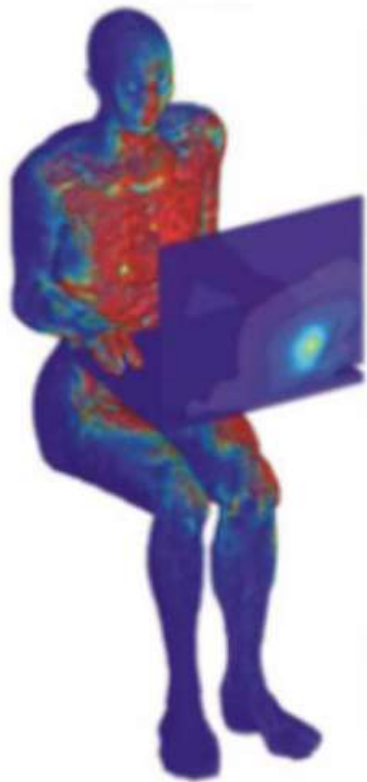
~ 2 GHz

SAR medio = 0,08 W/kg

SAR capo e tronco = 2 W/kg

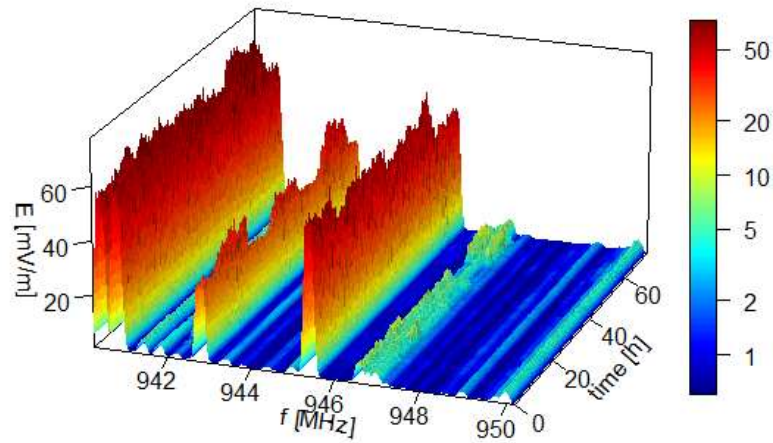
SAR arti = 4 W/kg

Norman



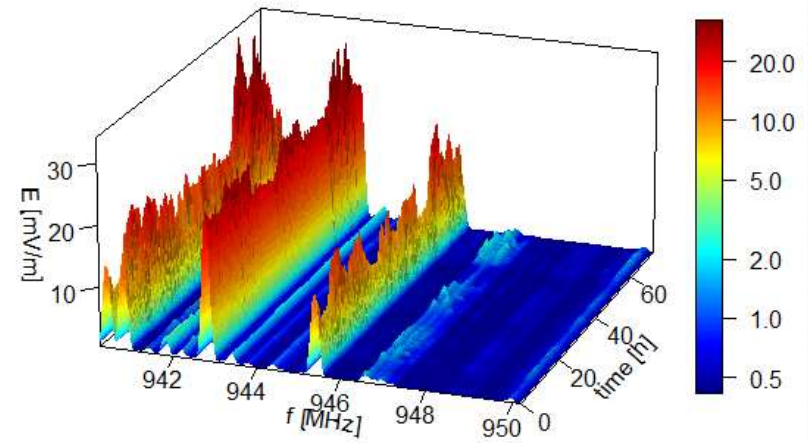
SAR: Specific Absorption Rate [W/kg]

Peak exposure

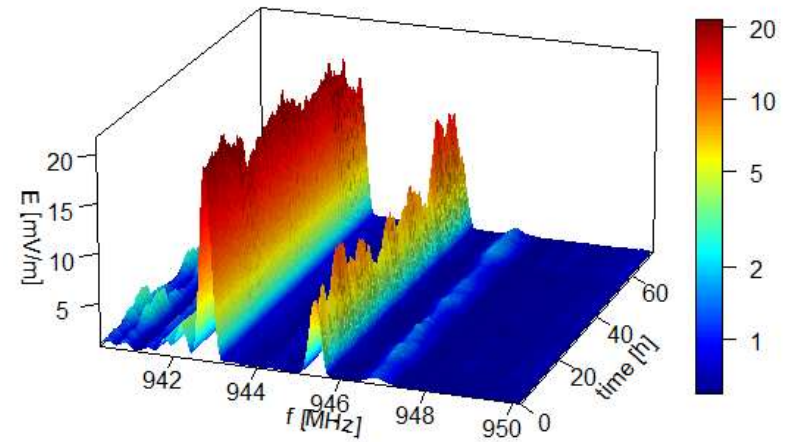
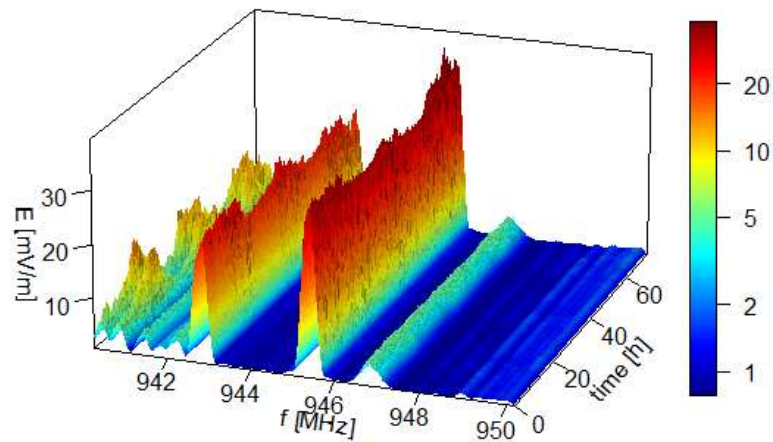


18-20 Luglio 2015

Average exposure



1-3 Agosto 2015





Contents lists available at [ScienceDirect](#)

Environmental Research

journal homepage: www.elsevier.com/locate/envres



Report of final results regarding brain and heart tumors in Sprague-Dawley rats exposed from prenatal life until natural death to mobile phone radiofrequency field representative of a 1.8 GHz GSM base station environmental emission



L. Falcioni, L. Bua, E. Tibaldi, M. Lauriola, L. De Angelis, F. Gnudi, D. Mandrioli, M. Manservigi, F. Manservigi, I. Manzoli, I. Menghetti, R. Montella, S. Panzacchi, D. Sgargi, V. Stollo, A. Vornoli, F. Belpoggi*

Cesare Maltoni Cancer Research Center, Ramazzini Institute, Castello di Bentivoglio, via Saliceto 3, Bentivoglio, 40010 Bologna, Italy

ABSTRACT

Background: In 2011, IARC classified radiofrequency radiation (RFR) as possible human carcinogen (Group 2B). According to IARC, animals studies, as well as epidemiological ones, showed limited evidence of carcinogenicity. In 2016, the NTP published the first results of its long-term bioassays on near field RFR, reporting increased incidence of malignant glial tumors of the brain and heart Schwannoma in rats exposed to GSM – and CDMA – modulated cell phone RFR. The tumors observed in the NTP study are of the type similar to the ones observed in some epidemiological studies of cell phone users.

Objectives: The Ramazzini Institute (RI) performed a life-span carcinogenic study on Sprague-Dawley rats to evaluate the carcinogenic effects of RFR in the situation of far field, reproducing the environmental exposure to RFR generated by 1.8 GHz GSM antenna of the radio base stations of mobile phone. This is the largest long-term study ever performed in rats on the health effects of RFR, including 2448 animals. In this article, we reported the final results regarding brain and heart tumors.

Methods: Male and female Sprague-Dawley rats were exposed from prenatal life until natural death to a 1.8 GHz GSM far field of 0, 5, 25, 50 V/m with a whole-body exposure for 19 h/day.

Results: A statistically significant increase in the incidence of heart Schwannomas was observed in treated male rats at the highest dose (50 V/m). Furthermore, an increase in the incidence of heart Schwann cells hyperplasia was observed in treated male and female rats at the highest dose (50 V/m), although this was not statistically significant. An increase in the incidence of malignant glial tumors was observed in treated female rats at the highest dose (50 V/m), although not statistically significant.

Conclusions: The RI findings on far field exposure to RFR are consistent with and reinforce the results of the NTP study on near field exposure, as both reported an increase in the incidence of tumors of the brain and heart in RFR-exposed Sprague-Dawley rats. These tumors are of the same histotype of those observed in some epidemiological studies on cell phone users. These experimental studies provide sufficient evidence to call for the re-evaluation of IARC conclusions regarding the carcinogenic potential of RFR in humans.

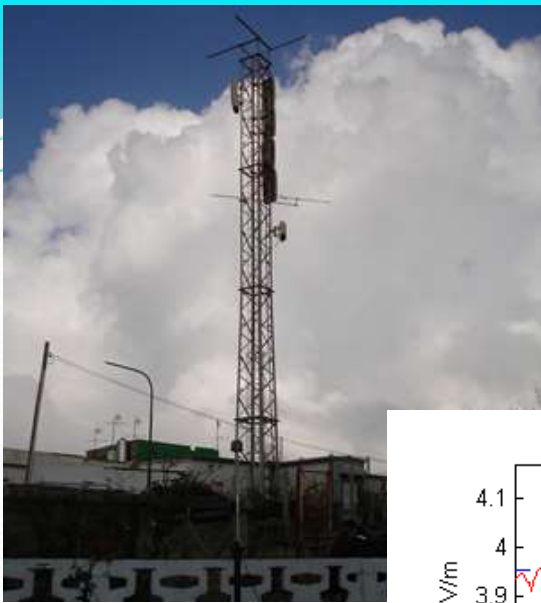
Normativa nazionale

- LF: **DPCM 23/4/92** (50 Hz, approccio basato sulle distanze)
- Decreto Interministeriale **381/98**
 - Riduzione a conformità in caso di superamento dei limiti
- Legge quadro **36/2001**: riordino del settore e successiva emanazione di decreti di attuazione contenenti i limiti di esposizione (2 anni anziché 90 giorni previsti nella legge)
 - **DPCM 8/7/2003**
 - Istituzione del catasto delle sorgenti
 - Obbligo del monitoraggio dei livelli di esposizione
 - Regolamenti comunali: non può essere più limitativo della legge nazionale in termini di livelli di esposizione.
- **Codice delle Comunicazioni**: 259/2003 e ss.mm.ii.
- Decreto **179/2012** (*Salva Italia*): “Ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese,” G.U. n. 245, 19 ottobre 2012.
- D. Lgs. 9 aprile 2008, n. **81** (D.Lgs. 1 agosto 2016, n. **159**): Testo unico sulla tutela della salute e sicurezza nei **luoghi di lavoro**

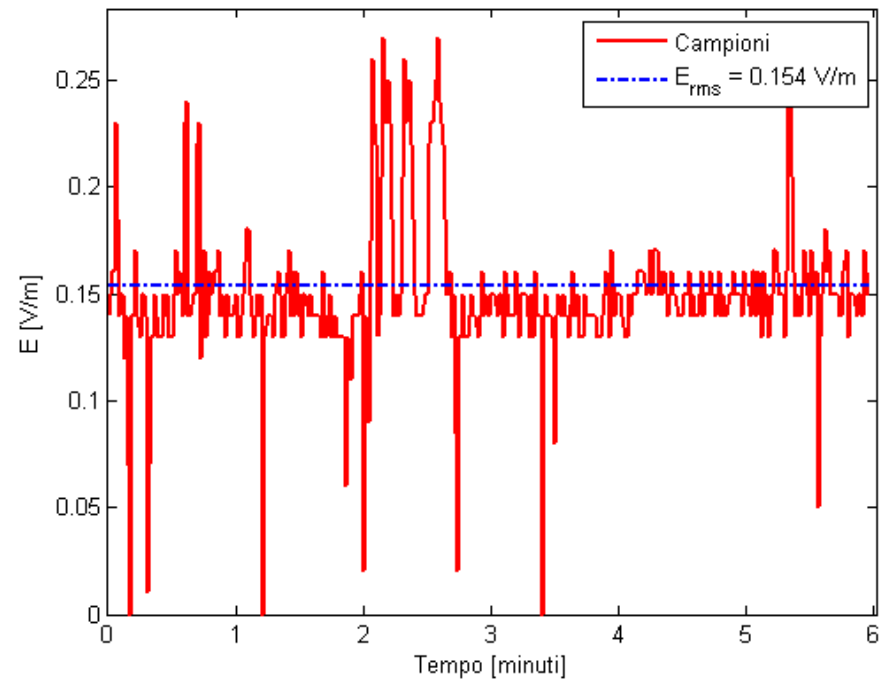
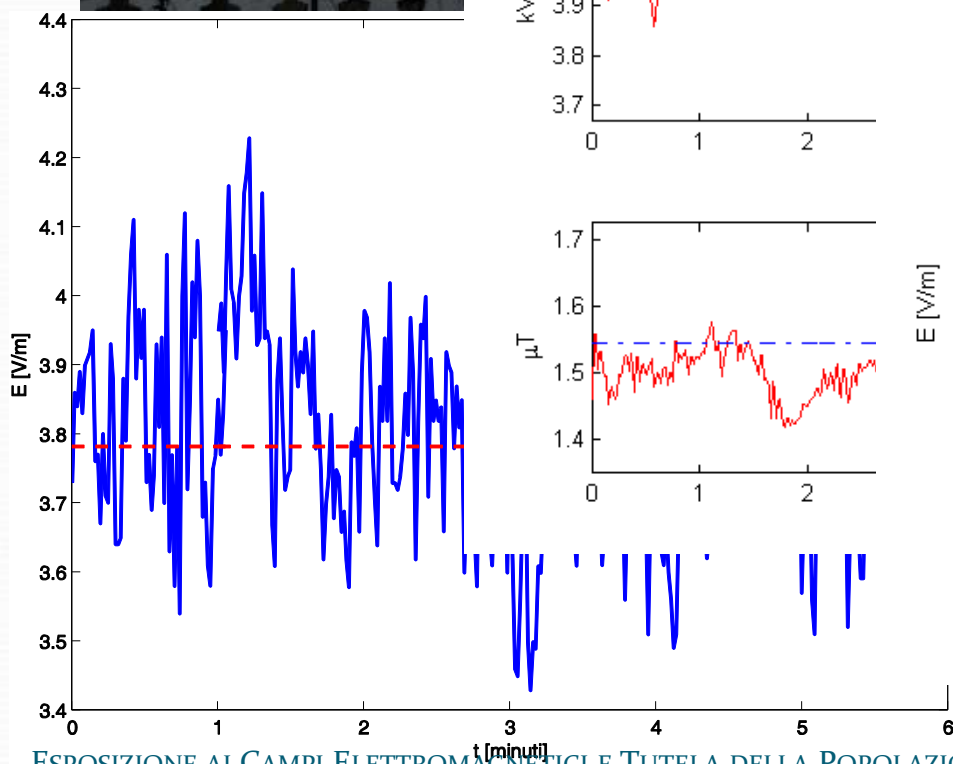
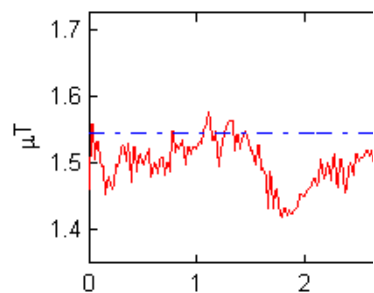
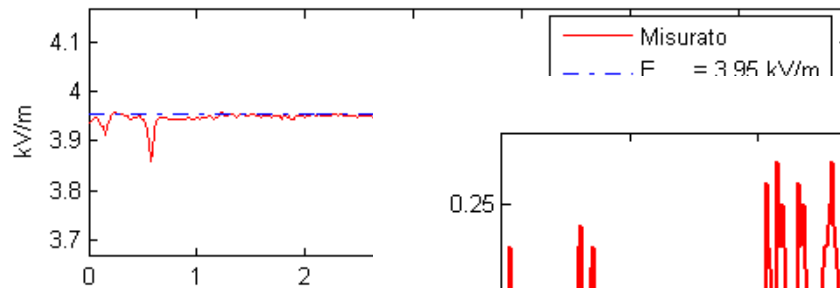
Norma di misura: CEI 211-6/7: Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz/ 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana.

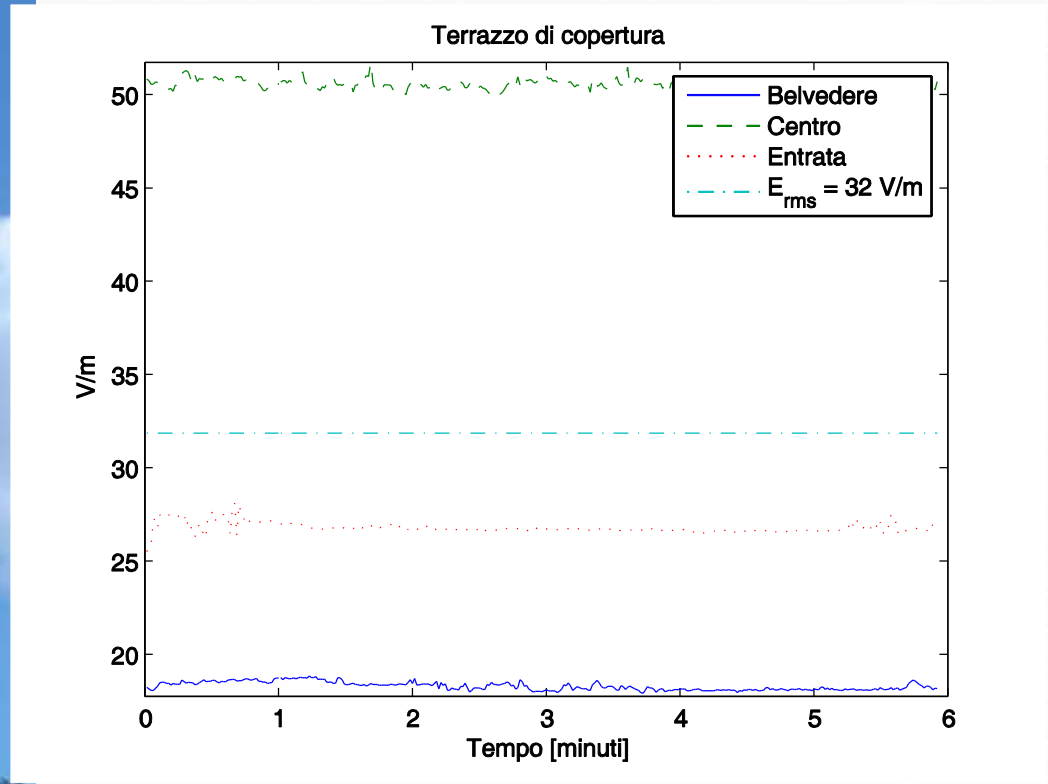
Tutela della popolazione

- **DPCM 8 Luglio 2003:** tutela degli **effetti di lungo termine**
 - **Bassa frequenza** (maggiore attenzione per 50 Hz):
 - Campo elettrico E: 5 kV/m
 - Induzione magnetica B
 - Limite di esposizione: 100 μ T
 - Valore di attenzione: 10 μ T
 - **Obiettivi di qualità: 3 μ T (mediana su 24 ore)**
 - **Alta frequenza** (dipendono dalla frequenza):
 - **Limiti di esposizione (media su qualsiasi 6 minuti)**
 - $0,1 < f < 3$ MHz – **E = 60 V/m**
 - $3 < f < 3000$ MHz – **E = 20 V/m**
 - $3 < f < 300$ GHz – **E = 40 V/m**
 - **Valori di attenzione e obiettivi di qualità (h = 1,50 m; media su 24 ore):**
 - **E = 6 V/m**



TT2

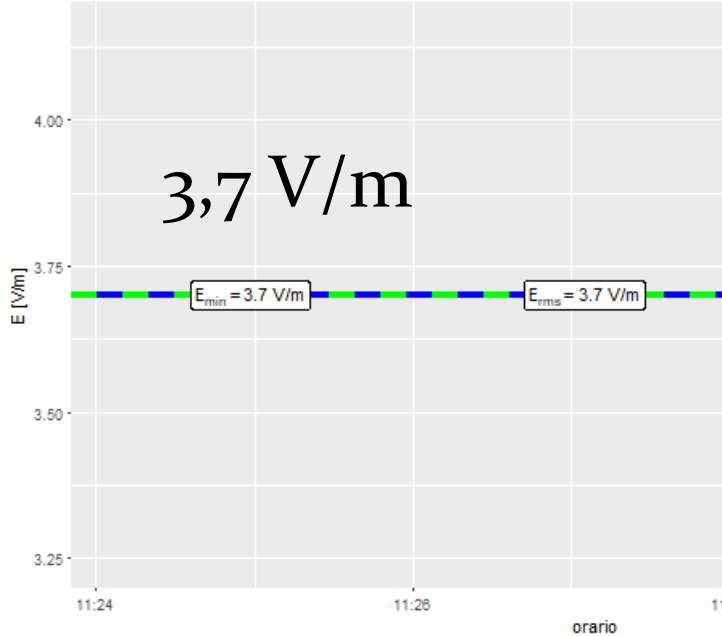






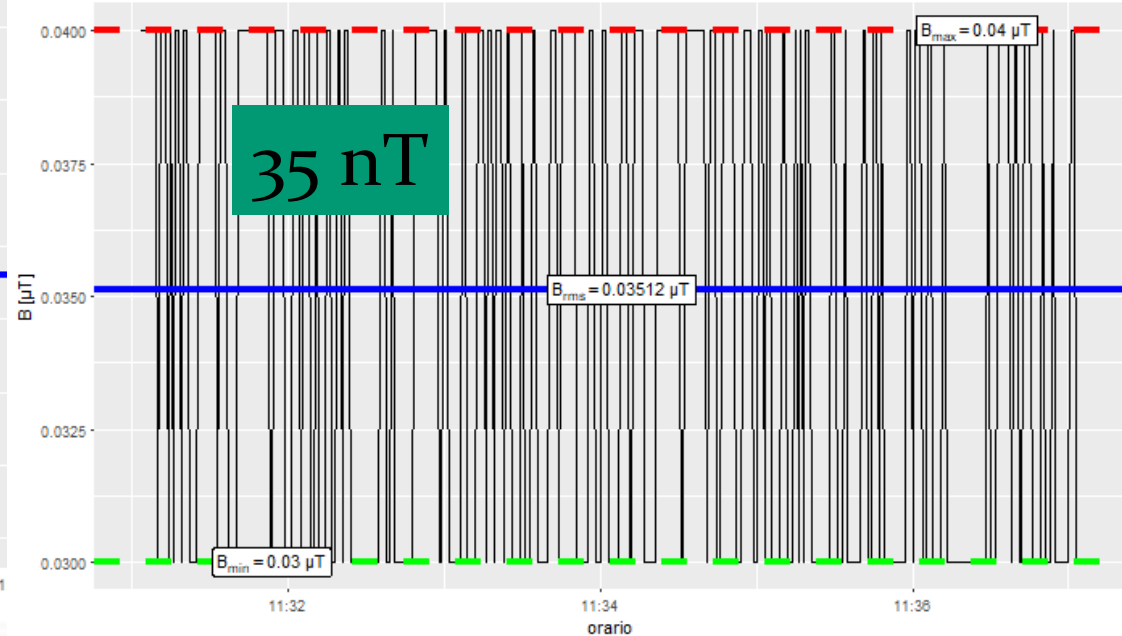
Punto 2

Camera da letto confinante con terrazzo - dalle ore 11:24:09 del 17/03/18 alle ore 11:30:04 del 17/03/18



Punto 3

Camera da letto confinante con terrazzo - dalle ore 11:31:04 del 17/03/18 alle ore 11:37:04 del 17/03/18



Sistema di monitoraggio

Latitudine
40,8262998

Longitudine
14,19045313

via / piazza
via marconi

città
Napoli

risolvi indirizzo

indirizzo trovato
Via Guglielmo Marconi 8, Napoli 80125

Raggio (Km)
3

Ora inizio
1100

Intervallo (min)
100

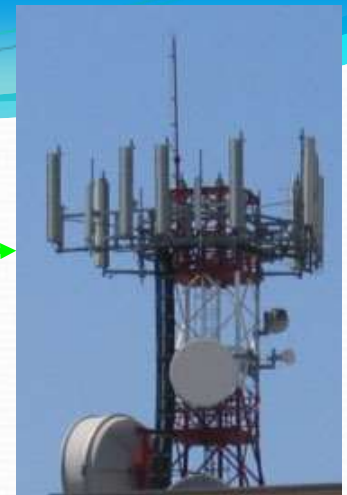
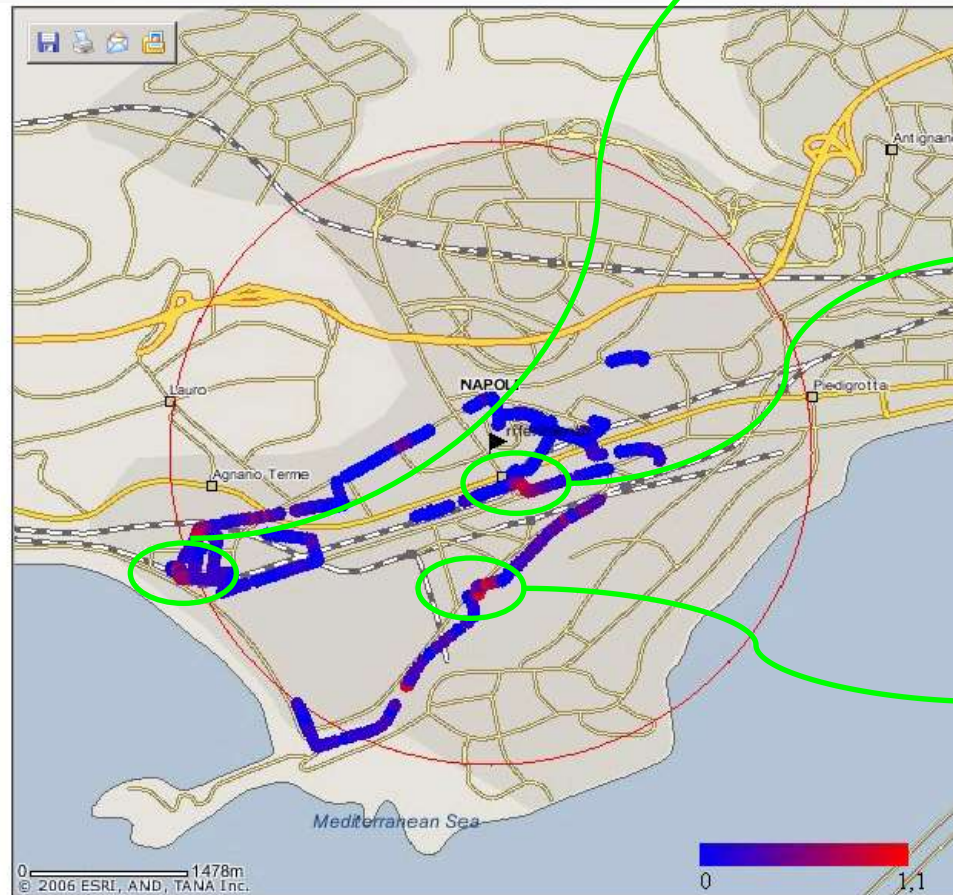
Campo (V/m)

Velocità (Km/h)

Visualizza Mappa

Localizzazione 3D

Record trovati
831



Tutela dell'uomo

Limiti di base
(dosimetrici)

50 Hz

$$J_{\text{rms}} = 2 \text{ mA/m}^2$$

50 Hz

$$E_{\text{rms}} = 5 \text{ kV/m}$$

$$B_{\text{rms}} = 100 \text{ } \mu\text{T}$$

~ 2 GHz

$$\text{SAR medio} = 0,08 \text{ W/kg}$$

$$\text{SAR capo e tronco} = 2 \text{ W/kg}$$

$$\text{SAR arti} = 4 \text{ W/kg}$$

400-2000 MHz

$$E_{\text{rms}} = 1,375 f^{1/2} \text{ V/m}$$

$$[27,5; 61] \text{ V/m}$$

> 2 GHz

$$E_{\text{rms}} = 61 \text{ V/m}$$

UE Racc. 519

12 luglio 99

Livelli di riferimento
(Esposizione)

Altre sorgenti (lavoratori)

I **lavoratori**, oltre alle sorgenti che interessano la popolazione (a **livelli di esposizione maggiori**), sono sottoposti ad emissioni spurie da parte dei dispositivi di potenza



Saldatrici

Solitamente di elevata potenza, emettono soprattutto dai cavi e, meno, dall'arco di saldatura



Risonanza Magnetica Nucleare

Emettono campo magnetico statico, a **bassa frequenza** e campo elettrico a **radiofrequenza**



Sottostazioni elettriche

Per esigenze di servizio, i lavoratori devono accedere agli ambienti durante il funzionamento degli impianti (esclusa la zona del trasformatore).

Normativa per i lavoratori

- Leggi nazionali
 - **D.Lgs. 9 aprile 2008, n. 81**: Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro,” GURI 101 del 30 aprile 2008 - Supplemento Ordinario n. 108;
 - **Direttiva 2013/35/UE** del Parlamento europeo e del Consiglio, del 26 giugno 2013, sulle disposizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici) (ventesima direttiva particolare ai sensi dell'articolo 16, paragrafo 1, della direttiva 89/391/CEE) e che abroga la direttiva 2004/40/CE
 - **D.Lgs. 1 agosto 2016, n. 159**: Attuazione della direttiva 2013/35/UE
 - Valori limite di esposizione relativi agli effetti sanitari, valori limite di esposizione relativi agli effetti sensoriali e valori d'azione riportati nell'allegato XXXVI parti II e III, ex art. 208 (Titolo VIII “Agenti Fisici”, Capo IV “Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione a campi elettromagnetici”)

Definizioni: (art. 2 Direttiva)

- **Valori limite di esposizione (VLE), II.A:** valori stabiliti sulla base di considerazioni biofisiche e biologiche, in particolare gli effetti diretti acuti e a breve termine scientificamente accertati, ossia gli effetti termici e l'elettrostimolazione dei tessuti:
 - **VLE relativi agli effetti sanitari:** VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a **effetti nocivi** per la salute, quali il riscaldamento termico o la stimolazione del tessuto nervoso o muscolare;
 - **VLE relativi agli effetti sensoriali:** VLE al di sopra dei quali i lavoratori potrebbero essere soggetti a **disturbi temporanei** delle percezioni sensoriali e a modifiche minori delle funzioni cerebrali;

Definizioni: (art. 2 Direttiva)

- **Valori di azione (VA), II.A:** livelli operativi stabiliti per semplificare il processo di dimostrazione della conformità ai pertinenti VLE o, eventualmente, per prendere le opportune misure di protezione o prevenzione specificate nella direttiva.
- Allegato XXXVI, parte II:
 - i) per i campi elettrici, per **VA inferiori** e **VA superiori** s'intendono i livelli connessi a misure specifiche di protezione o prevenzione stabilite nella direttiva;
 - ii) per i campi magnetici:
 - **VA inferiori:** i livelli connessi ai VLE relativi agli effetti sensoriali
 - **VA superiori:** i livelli connessi ai VLE relativi agli effetti sanitari.

Bibliografia essenziale

N. **Pasquino**, “Measurement and analysis of human exposure to electromagnetic fields in the GSM band,” *Measurement*, vol. 109, pp. 373–383, Oct. 2017.

Pasquino, Schiano Lo Moriello, (2015). A critical note to the standard procedure for assessing exposure to GSM electromagnetic field. *Measurement*, 73, 563-575. doi:10.1016/j.measurement.2015.06.007

P. Bifulco, A. Marrese, N. **Pasquino**, and R. Schiano Lo Moriello, “Statistical characterization of human exposure to GSM electromagnetic field,” in *20th IMEKO TC4 Symposium on Measurements of Electrical Quantities*, 2014, pp. 780–785.

P. Cennamo, P. Caputo, A. Giorgio, A. Moretti, and N. **Pasquino**, “Biofilms on Tuff Stones at Historical Sites: Identification and Removal by Nonthermal Effects of Radiofrequencies,” *Microb. Ecol.*, vol. 66, no. 3, pp. 659–668, Oct. 2013.

G. Betta, D. Capriglione, and N. **Pasquino**, “Experimental investigation on workers’ exposure to electromagnetic fields in proximity of magnetic resonance imaging systems,” *Measurement*, vol. 45, no. 2, pp. 199–206, 2012.

Basile, Zeppa, **Pasquino**, Arra, Ammirante, Festa, Barbieri, Giudice, Pascale, Turco, Rosati, “Exposure to 50Hz electromagnetic field raises the levels of the anti-apoptotic protein BAG3 in melanoma cells,” *J. Cell. Physiol.*, vol. 226, no. 11, pp. 2901–2907, 2011.

Cennamo, Caputo, Giorgio, Moretti, **Pasquino**, *Biofilms on Tuff Stones at Historical Sites: Identification and Removal by Nonthermal Effects of Radiofrequencies*, *Microbial Ecology*, vol. 66, Is. 3, Oct. 2013, pp. 659-668. doi: 10.1007/s00248-013-0247-7;

Pasquino, Cennamo, Caputo, Guida, Giorgio, Morra, Guarino, Trojsi, Moretti, *Methodologies in the study of biofilms on cultural heritage*, 1st Int. Conf. on Metrology for Archaeology, Benevento, Italy, October 22-23, 2015

