

N. L'Abbate<sup>1</sup>, S. Pranzo<sup>1</sup>, V. Martucci<sup>2</sup>, C. Rella<sup>1</sup>, L. Vitucci<sup>2</sup>, S. Salamanna<sup>3</sup>

## Valutazione dei livelli di campo elettromagnetico a radiofrequenza nel territorio della città di Bari in ambienti esterni e confinati

<sup>1</sup> Sezione di Medicina del Lavoro - Dipartimento di Medicina Interna e Medicina Pubblica, Università degli Studi di Bari

<sup>2</sup> Settore Fisico-Ambientale P.M.P. ASL BA4-Bari

<sup>3</sup> Sezione di Patologia Generale - Dipartimento di Scienze Biomediche ed Oncologia Umana, Università degli Studi di Bari

**RIASSUNTO.** Nel presente lavoro abbiamo misurato i livelli di campo elettromagnetico ad alta frequenza in prossimità di sorgenti di radiazioni non ionizzanti (stazioni radiobase per la telefonia cellulare ed emittenti radiotelevisive) in nove quartieri della città di Bari. Le misurazioni sono state effettuate sia all'esterno che all'interno di ambienti confinati, tenendo conto per le misurazioni indoor di apparecchiature generanti campi elettromagnetici (VDT, elettrodomestici, telefoni cellulari), in stato di funzionamento e non e rispettivamente a finestre chiuse e aperte. Abbiamo effettuato le misure secondo le modalità indicate nella Norma Italiana CEI ENV 50166-2 del Maggio 1995, come indicato nell'allegato B del Decreto 10/9/98 n.381. I livelli di campo elettromagnetico nei pressi delle stazioni radiobase per la telefonia cellulare sono sicuramente modesti, considerando che non hanno mai superato i limiti previsti per legge dal Decreto Ministeriale 10/09/98 n.381. Diversamente, gli impianti radiotelevisivi costituiscono una sorgente di esposizione ben più significativa: i livelli di campo elettrico sono certamente superiori a quelli delle stazioni radiobase, pur non superando mai, tranne che in un caso isolato, i valori limite previsti dal D.M.381/98.

**Parole chiave:** campo elettromagnetico, stazioni radiobase, emittenti radiotelevisive.

**ABSTRACT.** [www.gimle.fsm.it](http://www.gimle.fsm.it)

*In this study we measured the levels of the high frequency field in the proximity of non-ionizing radiation sources (wireless transmitting stations for mobile telephones and radio and television transmitters) in nine districts of the city of Bari. The measurements were taken both inside and outside closed environments. For the indoor measurements we took into account electromagnetic field generating equipment (VDT, electric domestic appliances, mobile telephones) in working and non-working order and with the windows open and shut respectively. We carried out these measurements according to the methods laid down in the Italian regulation CEI ENV 50166-2 of May 1995, as shown in the enclosure to the Ministerial Decree of 10.9.98 n.381. The electromagnetic field levels near wireless transmitting stations for mobile telephones are certainly modest when we consider that they never exceeded the limits established by the aforesaid Ministerial Decree. On the contrary radio and television equipment creates a much greater source of exposure. The electromagnetic field levels are certainly superior to those of the wireless transmitting stations although they never exceed, except in one isolated case, the values established by the Ministerial Decree 381/98.*

**Key words:** electromagnetic field, wireless transmitting stations, radio and television transmitters.

### Introduzione

A partire dalla fine degli anni '70 si sono diffuse nel mondo scientifico numerose attività di ricerca e indagini epidemiologiche aventi per oggetto non più solo le basse frequenze, ma anche quelle medio-alte, ovvero le radiofrequenze. Queste sono ormai enormemente diffuse nei settori tecnologici, nelle telecomunicazioni, nei settori industriali, in medicina e nelle applicazioni domestiche.

Oggi la maggior parte dei dispositivi in uso nella nostra vita quotidiana sono alimentati da energia elettrica e ogni circuito elettrico durante il suo funzionamento produce dei campi che possono essere: elettrici, magnetici oppure elettromagnetici. Gli anni recenti hanno visto un aumento senza precedenti, per numero e per varietà, di sorgenti di campi elettromagnetici, particolarmente concentrata nelle aree urbane. Particolare rilevanza sta assumendo la comunicazione per la telefonia cellulare con l'installazione di stazioni radio base che ha notevolmente aumentato la possibilità, per le persone, di comunicare con gli altri ed ha facilitato l'invio di soccorsi medici o di polizia. Gli stessi radar rendono molto più sicuri i viaggi aerei e una società moderna sarebbe inconcepibile senza i computer, la televisione e la radio.

L'importanza della materia è stata confermata dalla stessa Organizzazione Mondiale per la Sanità (1)(2) che ha definito l'inquinamento elettromagnetico come una tra le più rilevanti problematiche per l'uomo del 2000 e che ha affrontato i problemi sanitari connessi con i campi elettromagnetici attraverso il Progetto Internazionale CEM per identificare chiaramente ogni possibile conseguenza per la salute e ove necessario, adottare opportune misure di riduzione (3).

Presso le sorgenti d'emissione, il problema è noto già da qualche tempo, tanto che si può affermare che le prime ricerche e valutazioni non sono state svolte per motivi sanitari, ma per le interferenze che si manifestavano attraverso malfunzionamenti di apparecchiature elettroniche non schermate ed anche per incidenti dovuti, ad esempio, alle scintille prodotte da cariche elettrostatiche responsabili di innesco di incendi.

Oggi però sono cresciuti nella popolazione generale la preoccupazione e l'allarme connessi con gli eventuali rischi per la salute derivanti da un'esposizione incontrollata

ad onde elettromagnetiche; va sottolineato infatti, che le specie viventi non hanno a disposizione organi in grado di avvertire e riconoscere il rischio, quindi, questa assoluta assenza percettiva, ha contribuito ad aumentare nel pubblico le preoccupazioni, la confusione e la mancanza di fiducia che si possano raggiungere salde conclusioni in tema di sicurezza. Gli effetti descritti nella letteratura, ascrivibili ad esposizioni a campi. Elettromagnetici ad alta frequenza, possono essere schematicamente divisi in effetti termici (acuti, subacuti) effetti non termici (cronici), effetti a lungo termine (4).

Come è ampiamente documentato da un grandissimo numero di studi compiuti nell'arco di oltre quarant'anni, l'effetto primario dei campi elettromagnetici a radiofrequenze e microonde è l'effetto termico, conseguente all'assorbimento dell'energia elettromagnetica che viene dissipata sotto forma di calore, dovuti quindi ad un innalzamento misurabile della temperatura all'interno dell'organismo umano. Nel caso di elevate e prolungate esposizioni a tali campi, si possono subire danni localizzati agli organi più sensibili all'ipertermia, in quanto scarsamente vascolarizzati, come il cristallino, che può opacizzarsi, con l'insorgenza di cataratta (5) e le gonadi maschili con conseguente infertilità e sterilità (6). L'esposizione a radiazioni con densità di potenza superiore a 10  $\text{mW/cm}^2$ , può provocare inoltre, alterazioni della permeabilità di membrana, alterazioni delle funzioni ghiandolari, dei sistemi emopoietico, immunitario e nervoso (7). È stato dimostrato sperimentalmente che, affinché si verifichino danni di questo genere, è necessario superare nell'organo bersaglio densità di potenza di almeno 50/60  $\text{mW/cm}^2$  per tempi di esposizione prolungati e condizioni di esposizione di tale intensità possono interessare solo alcune categorie di lavoratori come ad esempio gli addetti all'incollaggio della plastica, radaristi, applicazioni industriali delle radiofrequenze, qualora non adeguatamente protetti, o pazienti sottoposti a trattamenti terapeutici di radarterapia o marconiterapia (8).

Per lungo tempo si è creduto che le radiazioni ad alta frequenza, al di sotto della soglia che può causare innalzamento termico, non avesse effetto sugli organismi biologici. Oggi si sa che questo era errato. Sono stati infatti osservati una molteplicità di effetti dovuti all'interazione dei campi elettromagnetici ad alta frequenza con la materia vivente, per densità di flusso al di sotto della soglia termica. Effetti sulle funzioni del sistema nervoso centrale, con cefalea, astenia, irritabilità, elettrofosfeni sono stati attribuiti presumibilmente all'esposizione a microonde (9). Si suppone che l'esposizione a campi elettromagnetici ad alta frequenza, possa dar luogo anche ad effetti sul sistema neurovegetativo e sul sistema cardiocircolatorio (10).

Per quanto riguarda gli effetti a lungo termine delle alte frequenze, sono state sviluppate ricerche ed indagini epidemiologiche per valutare eventuali rischi da esposizioni prolungate nel tempo, e la possibile connessione tra l'esposizione a campi elettromagnetici a RF in ambienti di vita e di lavoro ed un aumento del rischio di cancro leucemia. La prima vasta indagine epidemiologica sull'incidenza del cancro eseguita in Occidente, che ha ana-

lizzato l'incidenza di tumori nella popolazione residente in prossimità di un grande ripetitore radiotelevisivo è stata quella di Sutton Coldfield, negli anni 1974-86 (11)(12). Su tutta la popolazione residente in un raggio di 10 km dai ripetitori, si sono verificati 3305 casi di leucemia negli adulti e con un declino del rischio in funzione della distanza, mentre non si sono evidenziati eccessi tra i residenti nel raggio di 2 km.

Questa ricerca risulta di rilevante interesse scientifico per le corrette metodologie analitiche utilizzate e per la numerosità della popolazione studiata, avendo preso in esame in pratica, la maggior parte della popolazione esposta a RF in Gran Bretagna in quanto residente nelle vicinanze delle 20 torri installate per irradiare tutto il territorio: non è stata evidenziata nessuna correlazione tra l'esposizione della popolazione alle RF e il numero di casi di leucemia e tumori normalmente attesi su un periodo di almeno 20 anni.

Anche gli studi di laboratorio, d'altra parte, non forniscono indicazioni conclusive circa eventuali effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici a RF e MW.

Alla luce dei suddetti presunti effetti sulla salute e tenendo presenti il crescente interesse e la preoccupazione della popolazione in tema di inquinamento elettromagnetico, in questo lavoro si riportano i risultati relativi alla misurazione dei livelli di campo elettromagnetico ad alta frequenza rilevati in prossimità di sorgenti di radiazioni non ionizzanti attive nel territorio della città di Bari. Tali livelli sono stati misurati nei pressi delle stazioni radiobase per la telefonia cellulare e di emittenti radiotelevisive dislocate in diversi quartieri rappresentativi dell'intera area urbana. Questo studio si pone l'obiettivo di evidenziare le eventuali differenze di intensità dei livelli suddetti tra i vari quartieri, considerando le misure effettuate sia all'esterno che all'interno di ambienti confinati (uffici, scuole, civili abitazioni), tenendo conto, per le misurazioni indoor, della presenza di apparecchiature generanti a loro volta Campi Elettromagnetici (VDT, elettrodomestici, telefoni cellulari), in stato di funzionamento e non e, rispettivamente, a finestre chiuse e a finestre aperte.

---

## Materiali e metodi

Abbiamo condotto uno studio descrittivo, effettuando le misure secondo le modalità indicate nella **Norma Italiana CEI ENV 50166-2 del Maggio 1995** per le sorgenti RF e stazioni radiobase, come indicato nell'allegato B del decreto 10 settembre 1998 n. 381 (13).

Gli impianti in esame sono stati in totale 57, suddivisi nelle seguenti tipologie:

- Sorgenti RF emittenti radiotelevisive (23 impianti);
- Stazioni radiobase per la telefonia cellulare (34 impianti).

Si è proceduto considerando tre stadi successivi:

**1° Stadio - Selezione dei Quartieri:** Su un totale di 15 quartieri, ne sono stati scelti 9 in base alla maggiore distribuzione degli impianti trasmettenti. I quartieri selezionati

in questo studio per le misurazioni sono stati i seguenti: Libertà, Murat, Marconi, Madonnella, Poggiofranco, Picone, Japigia, S. Pasquale, Carrassi. Pertanto l'intera città di Bari è stata ampiamente rappresentata.

**2° Stadio - Selezione dei Siti di rilevazione:** La selezione è avvenuta facendo riferimento alla mappatura dei siti già censiti dagli Enti competenti (Presidio Multizonale di Prevenzione-PMP ASL BA/4).

**3° Stadio - Individuazione dei punti di misura:** Stabiliti i siti in cui effettuare le misure, abbiamo provveduto alla determinazione dei punti in cui effettuare i rilievi di campo elettromagnetico. Nello spirito della Norma si dovrebbero identificare i punti in cui è atteso un valore di campo elettromagnetico più alto. Questo in virtù del fatto che spesso non sono note o visibili tutte le sorgenti di campo che irradiano sul sito considerato. È bene precisare che dove esistono insediamenti multipli non è stato possibile effettuare un'analisi spettrale e quindi non è stato valutato il contributo delle singole emissioni; pertanto i valori riportati sono valori globali integrati. Abbiamo operato, quindi, in modo sperimentale, posizionando lo strumento nella modalità di misura del campo elettromagnetico istantaneo e perlustrando il sito con lo strumento acceso; evitando bruschi movimenti abbiamo ottenuto una indicazione di massima dei punti in cui è da attendersi il campo elettromagnetico di intensità maggiore. Inoltre, per preservare quanto più possibile lo spirito di ripetibilità della misura, abbiamo provveduto alla indicazione dei punti di misura su di una opportuna mappa.

Le misure sono state eseguite durante le fasce orarie di maggior traffico (h. 12.00-14.00, 20.00-22.00).

La sonda per la misura di intensità di campo elettromagnetico è stata posizionata su un treppiedi di legno ad un'altezza di 1,70 metri dal piano di calpestio.

Il valore di campo è stato ottenuto come media temporale su un intervallo di 6 minuti. Il valore di 6 minuti è ritenuto significativo in quanto è pari alla costante di tempo (media) del corpo umano (14).

Per ciascun sito sono state effettuate 6 misurazioni, così ripartite:

- 1 - Lastrico solare;
- 2 - Piano stradale;
- 3 - Interno edifici con apparecchiature elettriche in funzione e finestre chiuse;
- 4 - Interno edifici con apparecchiature elettriche in funzione e finestre aperte;
- 5 - Interno edifici con apparecchiature elettriche spente e finestre chiuse;
- 6 - Interno edifici con apparecchiature elettriche spente e finestre aperte;.

Ciascuna misura è stata ripetuta tre volte nell'arco di 60'.

I punti in cui sono state eseguite le misurazioni e ritenuti più significativi al fine della valutazione dell'impatto ambientale dei campi elettromagnetici, sono tutti compresi nella **regione di campo lontano**, cioè ad una distanza maggiore di 0.5 metri dalle antenne (limite della regione di

campo vicino), in cui il campo elettrico "E" e il campo magnetico "H" sono tra loro correlati dalla relazione:

$$E/H = 377 \Omega \text{ (onda piana)}$$

Per interpretare, a partire dai limiti di esposizione fissati dalla Norma per il campo elettromagnetico, una condizione di misura il più possibile vicina alla condizione di campo lontano, come accorgimento nelle misurazioni effettuate all'esterno è stato utile tenersi lontani, per quanto possibile, da strutture metalliche, comprese reti e recinzioni.

È stato possibile infatti verificare, ad esempio, che in prossimità di un conduttore metallico il campo elettromagnetico può anche raddoppiare rispetto alla condizione in cui il conduttore non è presente(15). Inoltre, per evitare l'influenza dell'operatore sulle misure, la lettura dell'intensità di campo, è avvenuta ad una distanza superiore a 3 metri. Le misure di intensità di campo elettrico sono state eseguite con la seguente strumentazione:

<b>Marca</b>	Wandel & Goltermann
<b>Modello</b>	EMR-30
<b>Modello sonda campo elettrico</b>	TYPE 8
<b>Campo di frequenza</b>	100 KHz-3 GHz

## Risultati

Si ricorda inizialmente che i valori limite in Italia per i campi elettromagnetici a radiofrequenza (100 MHz-300 GHz), fissati dal D.M. n. 381 del 10/09/98 (13), sono rispettivamente di 6 V/m per il campo elettrico, di 0.016 A/m per il campo magnetico e di 0.10 W/m<sup>2</sup> per la densità di potenza dell'onda piana equivalente.

In riferimento a tali limiti, che rendono la normativa italiana decisamente severa, anche rispetto alle linee guida della ICNIRP (International Commission on Non Ionizing Radiation Protection) (16), si possono fare le seguenti valutazioni sui dati raccolti:

### Stazioni radiobase per la telefonia cellulare

I valori medi di campo misurati all'interno ed all'esterno degli edifici, sono risultati largamente inferiori ai valori fissati dall'art. 4 del D.M. 381/98 in tutti i siti esaminati (Tabella I).

### Emittenti radiotelevisive

I livelli medi di campo intorno alle emittenti radiotelevisive non sono tali da superare i limiti previsti dall'art. 4 del D.M. 10/09/98 n. 381, tranne che per un sito, dove è stato riscontrato un valore medio di campo elettrico di 8,04 V/m in corrispondenza del lastrico solare (Tabella II). Si è osservato tuttavia che le stazioni radiotelevisive emettono con intensità superiori rispetto alle stazioni radiobase.

Nella figura 1 è rappresentato graficamente il confronto tra i valori di misura ottenuti nei diversi punti considerati per le stazioni radiobase.

Nella figura 2 sono invece rappresentati graficamente i valori ottenuti per le emittenti radiotelevisive.

Tabella I. Valori medi di campo elettrico delle stazioni Radiobase

Quartiere	Sito (V/m)	Lastrico Solare	Piano Stradale	Interno Finestre Chiuse Apparecchi Accesi	Interno Finestre Aperte Apparecchi Accesi	Interno Finestre Chiuse Apparecchi Spenti	Interno Finestre Aperte Apparecchi Spenti	Valore Massimo
		(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	
Murat	1	0,93	0,90	0,88	0,85	0,89	0,80	1,10
	2	0,40	0,38	0,35	0,30	0,32	0,25	0,42
	3	0,38	0,36	0,25	0,23	0,25	0,18	0,40
	4	0,55	0,50	0,45	0,42	0,45	0,35	0,78
	5	1,15	1,10	1,05	1,00	1,03	1,18	1,34
	6	0,93	0,90	0,87	0,85	0,88	0,81	1,21
Libertà	7	0,81	0,75	0,71	0,63	0,68	0,50	1,03
	8	0,98	0,93	0,88	0,85	0,90	0,80	1,01
	9	0,92	0,85	0,80	0,78	0,93	0,75	1,36
	10	0,58	0,54	0,51	0,48	0,53	0,45	0,75
	11	0,40	0,38	0,35	0,30	0,32	0,25	0,47
	12	0,41	0,38	0,32	0,30	0,32	0,23	0,66
Madonnella	13	0,48	0,40	0,32	0,28	0,30	0,25	0,55
	14	0,59	0,51	0,45	0,39	0,41	0,31	0,70
Carrassi	15	0,31	0,25	0,22	0,20	0,22	0,18	0,38
	16	0,95	0,91	0,89	0,88	0,92	0,85	1,01
Picone	17	0,78	0,70	0,68	0,65	0,71	0,58	0,89
	18	0,81	0,78	0,75	0,72	0,74	0,68	0,91
Poggio-franco	19	0,82	0,74	0,65	0,63	0,68	0,59	0,89
	20	0,68	0,65	0,60	0,57	0,59	0,53	0,74
	21	0,73	0,71	0,67	0,61	0,65	0,55	0,81
Japigia	22	1,83	1,80	1,78	1,78	1,80	1,69	1,90
	23	1,18	1,17	1,15	1,09	1,12	1,00	1,21
	24	0,97	0,93	0,81	0,79	0,83	0,75	1,01
	25	1,20	1,18	1,16	1,15	1,15	1,13	1,25
	26	0,80	0,78	0,70	0,70	0,72	0,69	0,84
	27	0,75	0,73	0,71	0,68	0,71	0,68	0,80
	28	1,10	1,08	1,02	0,98	1,04	0,92	1,15
S. Pasquale	29	1,10	1,07	1,00	0,96	1,20	0,90	1,20
	30	0,90	0,88	0,84	0,80	0,82	0,72	0,95
	31	0,95	0,90	0,88	0,86	0,88	0,84	1,01
Marconi	32	0,42	0,40	0,37	0,34	0,37	0,34	0,51
	33	0,74	0,72	0,68	0,65	0,68	0,65	0,81
	34	0,91	0,86	0,84	0,80	0,73	0,75	0,94
	<b>Media</b>	0,81	0,77	0,72	0,69	0,73	0,65	0,91
	<b>Deviazione Standard</b>	0,31	0,31	0,32	0,32	0,33	0,33	0,32

## Discussione

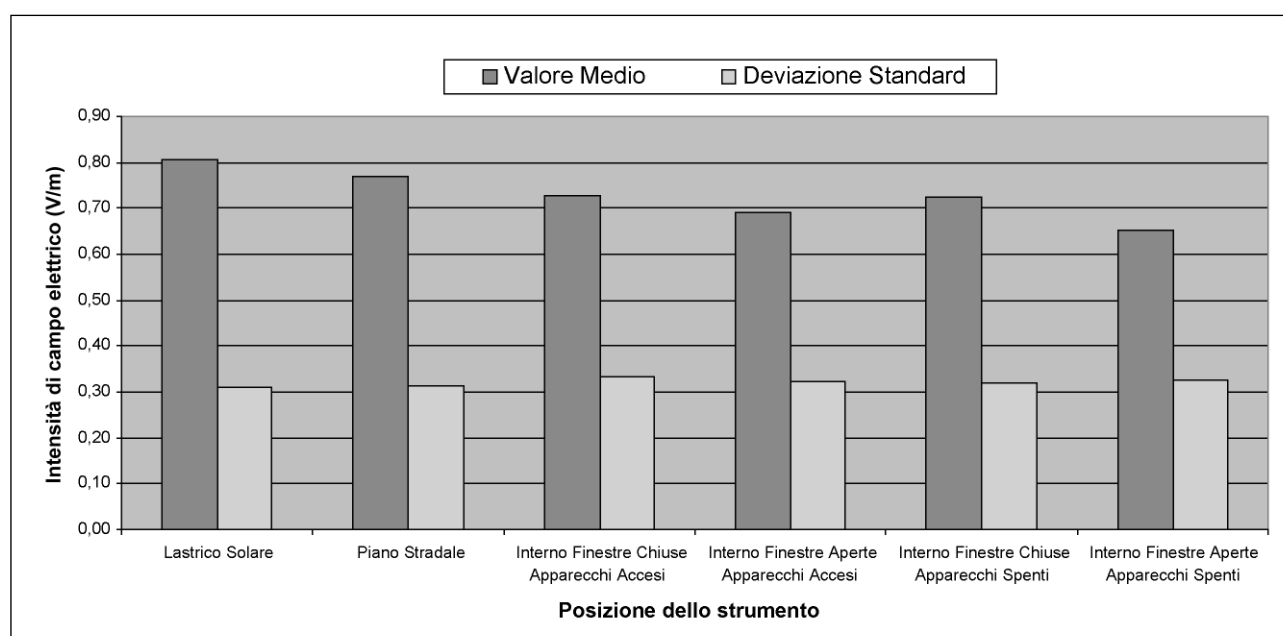
Dall'analisi dei dati si può concludere che l'esposizione della popolazione residente nei pressi delle stazioni radiobase per la telefonia cellulare è sicuramente modesta, considerato che all'interno e all'esterno delle abitazioni i livelli di campo elettrico misurati non hanno quasi mai su-

perato il valore di 1 V/m. Diversamente, per gli altri impianti a radiofrequenza, quelli radiotelevisivi costituiscono una sorgente di esposizione per la popolazione ben più significativa, rispetto alle stazioni radiobase per la telefonia.

Dall'analisi della figura 1 si evince che, a finestre chiuse l'intensità di campo elettrico è maggiore che a finestre aperte; non si notano invece rilevanti differenze ad apparecchi accesi e spenti, quando le finestre sono chiuse. Se

**Tabella II. Valori medi di campo elettrico delle emittenti Radiotelevisive**

Quartiere	Sito	Lastrico Solare	Piano Stradale Accesi	Interno Finestre Chiuse Apparecchi Accesi	Interno Finestre Aperte Apparecchi Spenti	Interno Finestre Chiuse Apparecchi Spenti	Interno Finestre Aperte Apparecchi	Valore Massimo
		(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)
Murat	1	1,79	1,33	1,20	1,01	1,03	0,98	1,85
	2	1,69	1,25	1,11	0,99	0,92	0,75	1,70
	3	8,04	7,27	6,50	6,45	6,41	6,05	8,15
	4	1,70	1,41	1,41	1,34	1,31	1,30	1,70
Libertà	5	2,97	2,49	2,51	2,48	2,47	2,43	3,15
	6	2,02	1,83	1,95	1,89	1,87	1,83	2,10
	7	2,49	2,22	2,10	2,05	2,00	1,95	2,70
Madonnella	8	3,00	2,40	2,50	2,30	2,27	2,26	3,05
	9	1,18	1,11	1,02	0,97	1,00	0,90	1,40
Carrassi	10	1,00	0,95	0,90	0,88	0,91	0,85	1,10
Picone	11	1,09	1,02	0,98	0,95	0,98	0,90	1,12
	12	1,35	1,26	1,24	1,21	1,23	1,16	1,40
	13	0,81	0,79	0,76	0,72	0,75	0,71	0,95
Poggio-franco	14	0,99	0,91	0,87	0,85	0,89	0,82	1,05
	15	0,48	0,56	0,46	0,41	0,43	0,38	0,55
	16	0,62	0,58	0,56	0,51	0,53	0,47	0,75
	17	0,46	0,51	0,48	0,44	0,47	0,32	0,62
Japigia	18	2,04	1,85	1,97	1,90	1,93	1,85	2,10
	19	3,00	2,96	2,93	2,88	2,91	2,84	3,10
	20	2,11	1,97	1,91	1,87	1,90	1,84	2,15
S. Pasquale	21	1,50	1,45	1,41	1,39	1,41	1,35	1,58
	22	1,30	1,26	1,26	1,21	1,27	1,19	1,38
Marconi	23	1,00	0,97	0,92	0,93	0,95	0,88	1,10
	<b>Media</b>	<b>1,85</b>	<b>1,67</b>	<b>1,61</b>	<b>1,55</b>	<b>1,56</b>	<b>1,48</b>	<b>1,95</b>
	<b>Deviazione Standard</b>	<b>1,55</b>	<b>1,39</b>	<b>1,27</b>	<b>1,26</b>	<b>1,25</b>	<b>1,20</b>	<b>1,56</b>



**Figura 1. Variazione della intensità di campo elettrico in rapporto al sito ove è stato posizionato il rilevatore di campo (Stazioni Radiobase)**

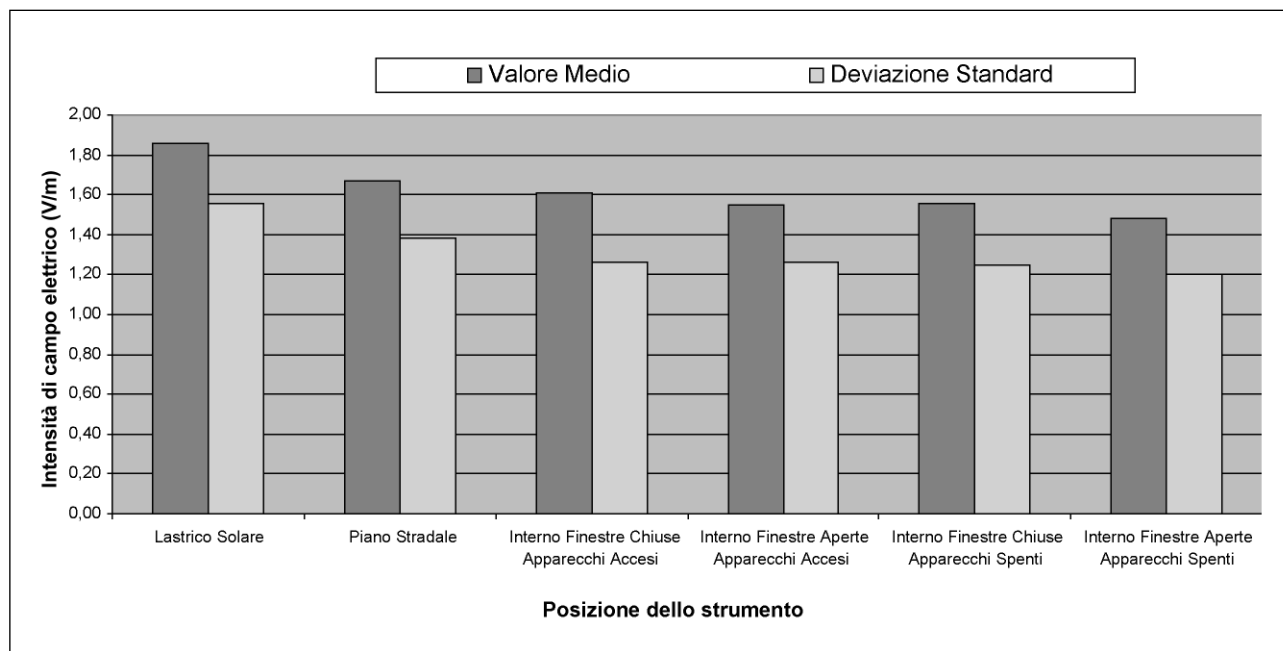


Figura 2. Variazione della intensità di campo elettrico in rapporto al sito ove è stato posizionato il rilevatore di campo (Emittenti Radiotelevisive)

invece analizziamo la situazione a finestre aperte, si nota che, quando gli apparecchi sono spenti, il valore d'intensità di campo elettrico è inferiore.

Passando ad esaminare i livelli medi di campo elettrico nei singoli quartieri (Tabella III), si evince che, per le stazioni Radiobase, le maggiori intensità si hanno nei quar-

tieri Japigia e S.Pasquale, e che invece risultano più basse nel quartiere Madonnella, come illustrato nella figura 3. Per le emittenti radiotelevisive (Tabella IV), i maggiori livelli di campo elettrico sono stati misurati nei quartieri Murat, mentre nel quartiere Poggiofranco sono stati misurati i livelli più bassi (Figura 4).

Tabella III. Valori medi di campo elettrico delle stazioni Radiobase suddivisi per quartiere

Nome del quartiere	Lastrico Solare	Piano Stradale	Interno Finestre Chiuse Apparecchi Accesi	Interno Finestre Aperte Apparecchi Accesi	Interno Finestre Chiuse Apparecchi Spenti	Interno Finestre Aperte Apparecchi Spenti	Valore Massimo	
	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	
<b>Valore Medio</b>	Murat	0,72	0,69	0,64	0,61	0,64	0,60	0,88
	Libertà	0,68	0,64	0,61	0,56	0,60	0,50	0,88
	Madonnella	0,54	0,46	0,36	0,34	0,39	0,28	0,63
	Carrassi	0,63	0,58	0,57	0,54	0,56	0,52	0,70
	Picone	0,80	0,74	0,73	0,69	0,72	0,63	0,90
	Poggiofranco	0,74	0,70	0,64	0,60	0,64	0,56	0,81
	Japigia	1,12	1,10	1,05	1,02	1,05	0,98	1,17
	S. Pasquale	0,98	0,95	0,97	0,87	0,91	0,82	1,05
	Marconi	0,69	0,66	0,59	0,60	0,63	0,58	0,75
<b>Deviazione Standard</b>	Murat	0,32	0,32	0,33	0,33	0,34	0,40	0,41
	Libertà	0,26	0,24	0,24	0,24	0,27	0,24	0,32
	Madonnella	0,08	0,08	0,09	0,08	0,08	0,04	0,11
	Carrassi	0,45	0,47	0,47	0,48	0,49	0,47	0,45
	Picone	0,02	0,06	0,05	0,05	0,02	0,07	0,01
	Poggiofranco	0,07	0,05	0,04	0,03	0,05	0,03	0,08
	Japigia	0,36	0,36	0,38	0,38	0,38	0,36	0,37
	S. Pasquale	0,10	0,10	0,08	0,08	0,20	0,09	0,13
	Marconi	0,25	0,24	0,24	0,23	0,20	0,21	0,22

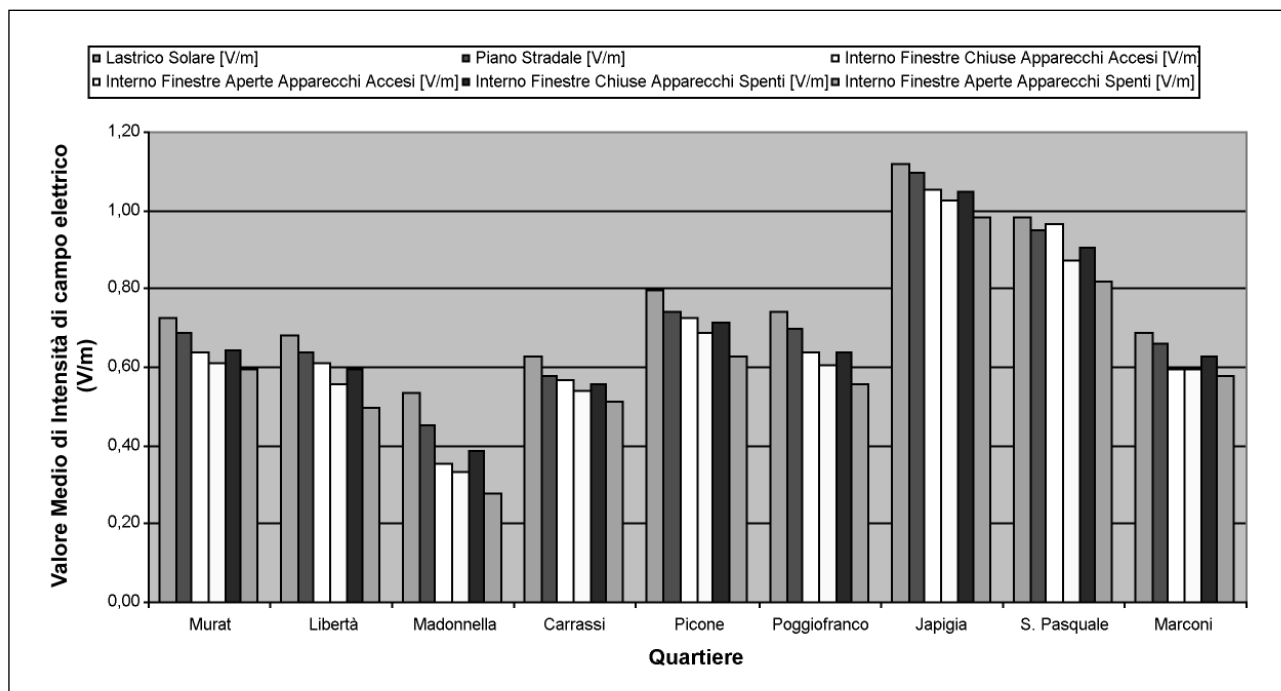


Figura 3. Livelli medi di intensità di campo elettrico nei quartieri considerati (Stazioni Radiobase)

Tabella IV. Valori medi di campo elettrico delle emittenti Radiotelevisive suddivisi per quartiere

Nome del quartiere		Lastrico Solare	Piano Stradale	Interno Finestre Chiuse Apparecchi Accesi	Interno Finestre Aperte Apparecchi Accesi	Interno Finestre Chiuse Apparecchi Spenti	Interno Finestre Aperte Apparecchi Spenti	Valore Massimo
		(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)	(V/m)
Valore Medio	Murat	3,31	2,60	2,45	2,36	2,34	2,22	3,11
	Libertà	2,49	2,18	2,19	2,14	2,11	2,07	2,65
	Madonnella	2,09	1,76	1,76	1,64	1,64	1,58	2,23
	Carrassi	1,00	0,95	0,90	0,88	0,91	0,85	1,10
	Picone	1,08	1,02	0,99	0,96	0,99	0,92	1,16
	Poggiofranco	0,64	0,64	0,59	0,55	0,58	0,50	0,74
	Japigia	2,38	2,26	2,27	2,22	2,25	2,18	2,45
	S. Pasquale	1,40	1,36	1,34	1,30	1,34	1,27	1,48
	Marconi	1,00	0,97	0,92	0,93	0,95	0,88	1,10
Deviazione Standard	Murat	3,16	2,34	2,05	2,08	2,08	1,97	2,53
	Libertà	0,48	0,33	0,29	0,31	0,32	0,32	0,53
	Madonnella	1,29	0,91	1,05	0,94	0,90	0,96	1,17
	Carrassi							
	Picone	0,27	0,24	0,24	0,25	0,24	0,23	0,23
	Poggiofranco	0,25	0,18	0,19	0,20	0,21	0,22	0,22
	Japigia	0,54	0,61	0,57	0,57	0,57	0,57	0,56
	S. Pasquale	0,14	0,13	0,11	0,13	0,10	0,11	0,14
	Marconi							

Confrontando i valori medi d'intensità di campo elettrico generato dalle Stazioni Radiobase e dalle Emittenti Radiotelevisive su tutti i lastrici solari per singolo quartiere, si evince che il contributo delle emittenti Radiotelevisive è maggiore in tutti i quartieri, rispetto a quello delle Radiobase, tranne che nel quartiere Poggiofranco (Figura 5).

Peraltro, si può notare dallo stesso grafico, che nella città di Bari, il maggiore contributo dei livelli di campo elettromagnetico è dato dai quartieri Murat, Libertà e Japigia, dove esiste anche il maggior numero di emittenti radiotelevisive e di stazioni radiobase. Ciò è dovuto probabilmente al fatto che si rende necessario, in aree a più alta densità di

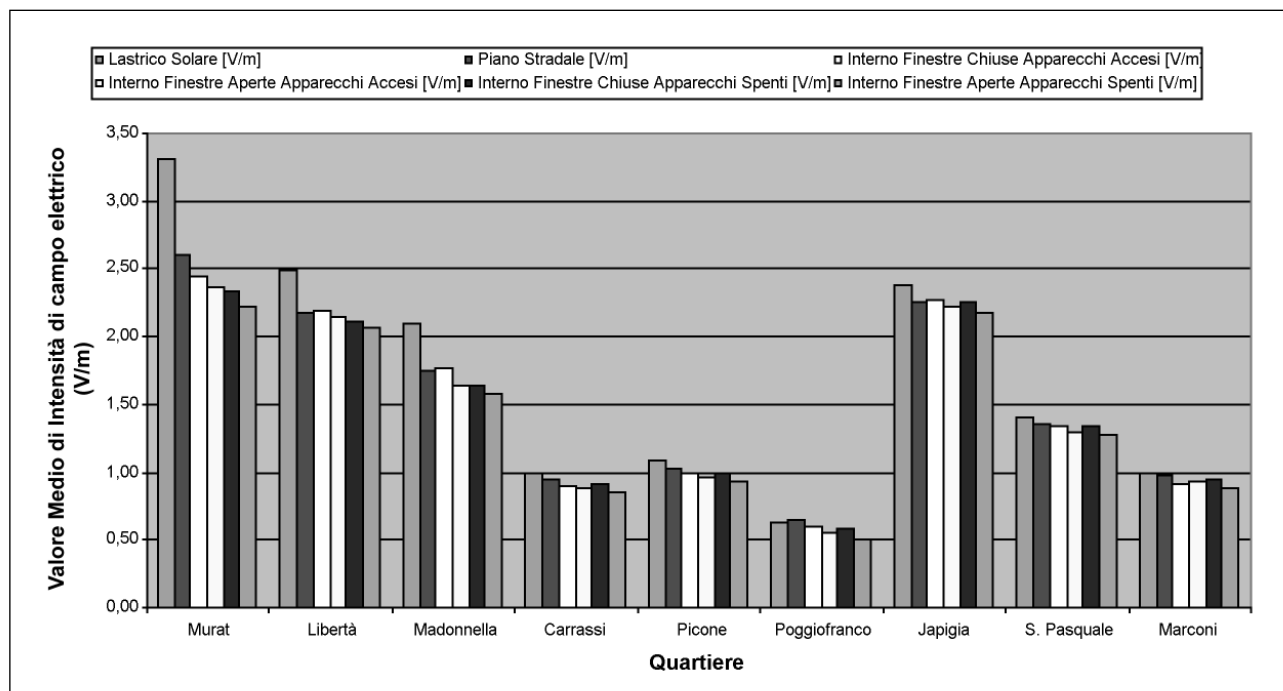


Figura 4. Livelli medi di intensità di campo elettrico nei quartieri considerati (Emittenti Radiotelevisive)

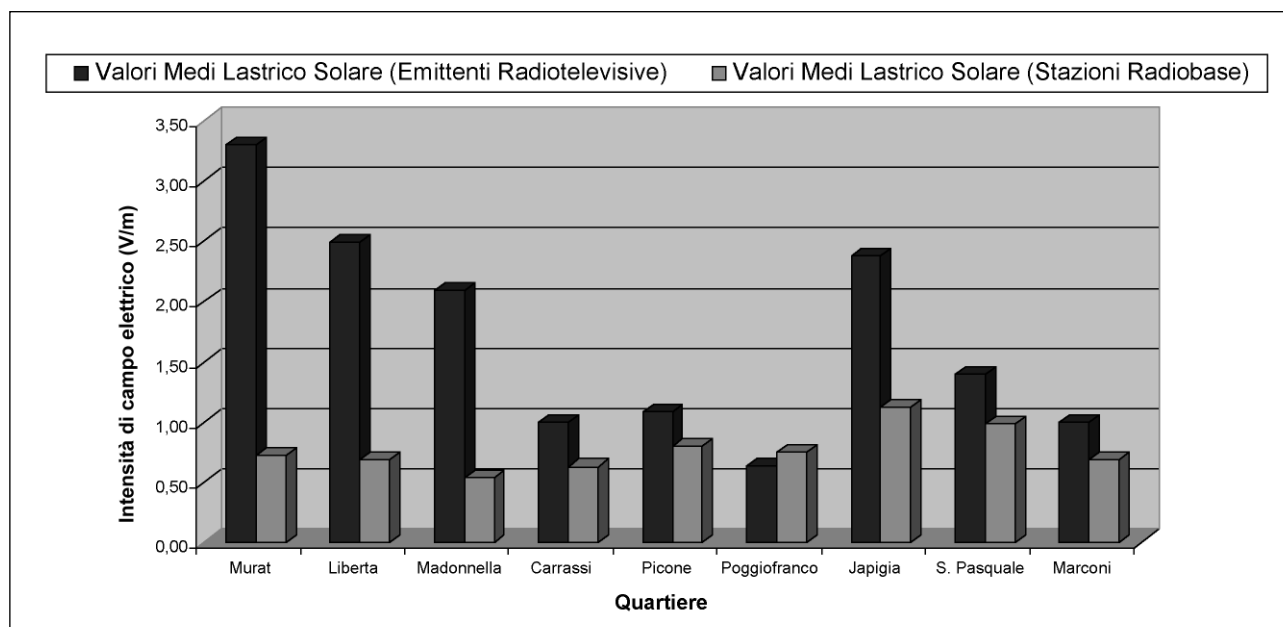


Figura 5. Valori Medi di intensità di campo elettrico nei quartieri di Bari. Confronto fra Emittenti Radiotelevisive e Stazioni Radiobase (Lastrico Solare)

popolazione come è il centro cittadino, mantenere più elevate le potenze di emissione rispetto ad aree a minore densità di popolazione, come sono, invece, i quartieri più periferici.

Considerata la diffusione degli impianti a radiofrequenza sul territorio pugliese ed in particolare nell'area urbana di Bari, (sempre crescente, in relazione alle continue installazioni di nuove stazioni radiobase per telefonia, sia da parte dei nuovi gestori per coprire il territorio, che da parte dei vecchi gestori per aumentare la capacità di traffico telefonico), si auspica che in tempi brevi venga esegui-

to un censimento di tutte le sorgenti in esame, al fin di fornire un utile strumento agli enti locali e regionali per:

- La pianificazione di una razionale localizzazione degli impianti in esame;
- Il controllo dei livelli di campo elettromagnetico da essi generato;
- Il controllo dell'abusivismo mediante la regolamentazione degli impianti non ancora censiti.

Si precisa che tale censimento è previsto nei nuovi disegni di legge nazionale e regionale in materia, che dovrebbero anche fornire finalmente regole che disciplinino l'instal-

lazione di nuovi impianti e la modifica di quelli esistenti, al fine di garantire il rispetto previsto delle stesse norme vigenti. Si fa presente, inoltre, che la legge n.36/2001 (Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici) (17) i cui decreti applicativi al momento non sono stati ancora emanati, dovrebbe subentrare al D.M. 381/98 regolamentando i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità che mirano a ridurre l'esposizione, per cui si potrebbe giungere a conclusioni diverse alla luce delle nuove disposizioni.

## Bibliografia

- 1) World Health Organization (WHO). Electromagnetic field (300 Hz to 300 GHz). Environ Health Crit 137, WHO, Geneva, 1993.
- 2) World Health Organization (WHO). International Electromagnetic Fields (EMF) Project. Progress report 1995-1996. Report WHO/EHG/96.19. World Health Organization, Geneva, 1996.
- 3) Litvak E, Foster KR, Repacholi MH. Health and safety implications of exposure to electromagnetic fields in the frequency range 300 Hz to 10 MHz. Bioelectromagnetics 2002; 23 (1): 68-82.
- 4) L'Abbate N, Terrana T. Rischi per la popolazione esposta a radiofrequenze emesse da stazioni radiobase per la telefonia cellulare e da impianti per radiotelecomunicazioni. Atti II Congresso Europeo di Igiene Industriale, I Congresso Mediterraneo di Igiene Industriale, Bari 30 giugno- 3 luglio 1999. A cura di L. Soleo, P. Apostoli, D. Cavallo, D. Cottica, G. Nano, L. Ambrosi; Maugeri Foundaton Books, Pavia, 415-421.
- 5) Shimkovich IS, Shilyaev VG. Cataract of both eyes which developed as result of repeated short exposure to an electromagnetic field of high density. Vestu Oftal Moscow 1959; 72: 12-16.
- 6) Lacranjan I, Maicanescu M, Rafailă, Klepsch I, Popescu HI. Gonadic function in workmen with long term exposure to microwaves. Health Phys 1975; 29: 381-383.
- 7) Terrana T, L'Abbate N. Effetti biologici e patologici della esposizione a campi elettromagnetici. Atti 50° congresso nazionale SIMLII, Roma 21-24 Ottobre 1987. A cura di G. Berlinguer, N. Castellino, A. Farulla, A. Paoletti; Monduzzi editore, Bologna, vol. 2°: 257-264.
- 8) Terrana T, L'Abbate N, Cazzaniga E, Mustich M, Morselli G, Orsini S, Salamanna S. Valutazione del rischio e sorveglianza sanitaria in un gruppo di lavoratori addetti alla Radar e Marconi terapia. Atti XVI Congresso Nazionale AIRM, Catania 26-29 Maggio 1999; 231-239.
- 9) Robinette CD, Silverman C, Jablon S. Effects upon health of occupational exposure to microwave radiation. Am J Epidemiol 1980; 112: 39-53.
- 10) Spalding J, Freyman RW, Holland LM, Effects of 800-MHz electromagnetic radiation on body weight, activity, hematopoiesis and life span in mice. Health Phys, 20: 421-424.
- 11) Dolk H, Saddick G, Walls P, Grundy C, Thakrar B, Kleinschmidt I, Elliot P. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain; I. Sutton Coldfield Trasmitter. Am J Epidemiol 1997; 145: 1-9.
- 12) Dolk H, Elliot P, Shaddick G, Walls P, Thakrar B. Cancer incidence near radio and television transmitters in Great Britain; II All high-power transmitters. Am J Epidemiol 1997; 145: 10-17.
- 13) Decreto 10 settembre 1998, n. 381. "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana". Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana, Serie Generale, n. 257 del 3 novembre 1998.
- 14) Istituto Superiore di Sanità (ISS). Dosimetria ed effetti biologici dei campi elettromagnetici a radiofrequenza. A cura di M. Grandolfo e S. Tofani. Rapporti ISTISAN, Roma, 87/37, 1987.
- 15) Aslan E. An electromagnetic radiation monitor calibration in accordance with MILSTD 45662. Journal of microwave power and electromagnetic energy. 1989; 24: 102-107.
- 16) International Commission on Non Ionizing Radiation Protection (IC-NIRP). Guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic, and electromagnetic fields (up to 300 GHz). Health Phys 1998; 74: 494-522.
- 17) Legge n. 36 del 22 Febbraio 2001 "Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici". Gazzetta Ufficiale Repubblica Italiana 9 marzo 2001.

**Richiesta estratti:** Prof. L'Abbate Nicola - Sezione di Medicina del Lavoro, Dipartimento di Medicina Interna e Medicina Pubblica, Università degli Studi di Bari - Piazza Giulio Cesare - 70100 Bari, Italy - Tel. 080-5478339/080-5478338, Fax: 080-5478214, E-mail: n.labbate@radioprotezione.uniba.it