

Impianti umts installati nel centro storico: un caso pratico di applicazione delle procedure di riduzione a conformità delle emissioni elettromagnetiche

Mariaelena Zavatti, Emanuela Sesana, Davide Paladini e Simona Invernizzi
ARPA Lombardia, Via Solferino 16, 20900 Monza (MB) m.zavatti@arpalombardia.it

Nell'ambito dell'attività di vigilanza e controllo si è presentato un caso di superamento del livello di attenzione in corrispondenza della terrazza a copertura della torre medievale ubicata nel centro storico di Monza. La torre è posta in prossimità di due impianti di telefonia mobile operanti con il solo sistema di trasmissione umts. L'impianto in condivisione tra due gestori, nel rispetto dei vincoli urbanistici imposti dall'amministrazione comunale per installazioni nel centro storico, risulta avere un centro elettrico dei sistemi radianti prossimo alla quota del piano calpestabile della torre medievale. Una prima indagine conoscitiva rilevava con strumentazione a banda larga valori di campo elettrico di circa 8 V/m, valore poi confermato anche dall'analisi selettiva in frequenza. Le rilevazioni sono state eseguite secondo quanto previsto dalla guida tecnica CEI 2011-10 Appendice H: Metodologie di misura per segnali UMTS e l'intervento di risanamento si è svolto in ottemperanza alla vigente normativa. Il superamento è stato risolto, in un primo tempo, applicando la riduzione di potenza imposta dalla procedura di riduzione a conformità di cui all'allegato C del DPCM 8/7/2003, successivamente i gestori interessati hanno presentato una proposta di modifica del sistema radiante al fine di ripristinare le potenze necessarie per garantire da un lato l'area di copertura e dall'altro il rispetto del livello di attenzione.

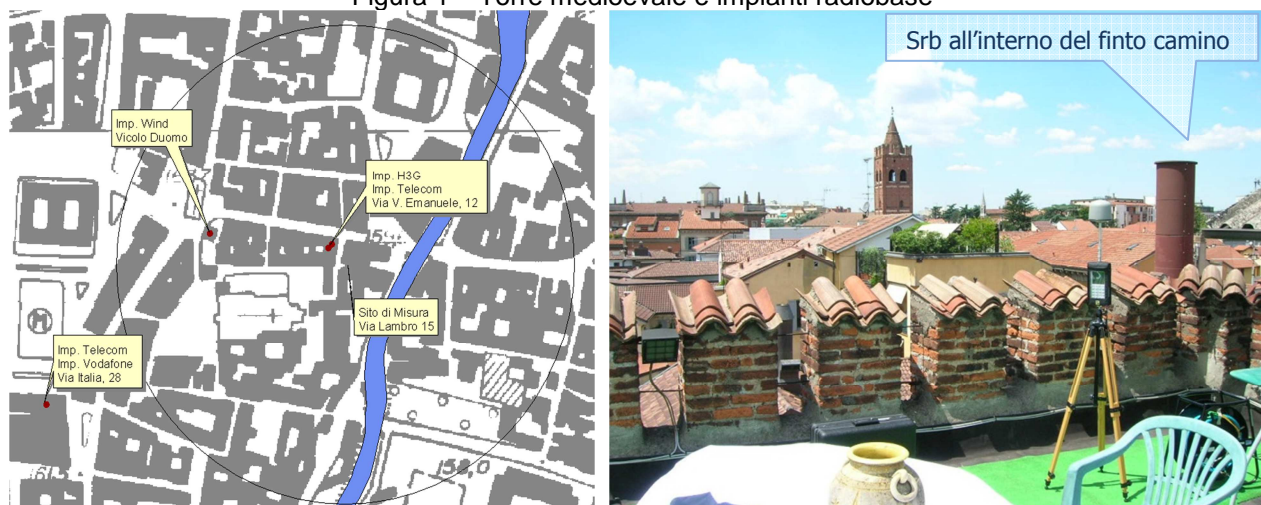
INTRODUZIONE

La crescente domanda da parte dei gestori di nuove stazioni radio base di ultima generazione pone sempre più spesso di fronte alla necessità di effettuare controlli sui livelli di campo elettromagnetico. Il lavoro di controllo e valutazione si articola in due fasi distinte e complementari: da un lato, le simulazioni numeriche permettono di avere un quadro generale dell'impatto di nuove stazioni radiobase, dall'altro le misure sono necessarie sia ai fini della verifica dei limiti vigenti che per fornire informazioni puntuali alla popolazione spesso allarmata dalla loro presenza.

In tale contesto nell'anno 2010 è stato avviato, promosso dall'amministrazione monzese, un progetto di monitoraggio sul territorio comunale. I dati sono stati raccolti con un sistema di misura non presidiato che rappresenta un valido strumento per monitorare l'andamento temporale dei livelli di campo elettromagnetico in relazione alle sorgenti presenti.

Tra i siti individuati nell'ambito della campagna di monitoraggio, la misurazione condotta in corrispondenza della terrazza a copertura della torre medioevale posta nel centro storico della città (figura 1) ha restituito un valore di campo elettrico superiore al livello di attenzione di 6 V/m.

Figura 1 – Torre medioevale e impianti radiobase



Centro storico con indicati il sito dell'indagine strumentale e l'ubicazione delle srb.

L'impianto installato sulla copertura dell'edificio limitrofo alla suddetta torre risulta essere la principale sorgente del superamento. Tale impianto, in condivisione tra due gestori, nel rispetto

dei vincoli urbanistici imposti nei centri storici, risulta avere un centro elettrico prossimo alla quota della terrazza indagata; la terrazza inoltre, in relazione alla direzione di puntamento dell'impianto, ricade parzialmente nel lobo principale del settore 2 orientato a 100°N e del settore 3 orientato a 190°N.

Nel presente lavoro si discutono a) i risultati dell'indagine di secondo livello con analisi nel dominio delle frequenze che confermano il superamento del livello di attenzione di 6 V/m, b) i risultati dell'indagine successiva all'applicazione dell'ordinanza di riduzione a conformità e infine c) i risultati delle misure conclusive eseguite a seguito della modifica dei sistemi radianti proposta e attuata dai gestori al fine di ripristinare le potenze necessarie per garantire da un lato l'area di copertura e dall'altro il rispetto del livello di attenzione.

MATERIALI e METODI

STRUMENTI DI MISURA

L'indagine di primo livello è stata condotta con un misuratore di campo a largo spettro PMM 8053B abbinato alla sonda isotropa per campo elettrico EP333 (intervallo di frequenza 0.3 ÷ 3500 MHz). La sonda fornisce una misura caratterizzata da una incertezza tipica pari a ± 2 dB e una sensibilità pari a 0.15 V/m; il sistema è tarato presso centro SIT. Lo strumento di misura viene posizionato alla sommità di un treppiede realizzato in materiale dielettrico. Per le misure di primo livello si è utilizzata anche una centralina PMM8055 in grado di monitorare in continuo, su periodi lunghi, l'intensità del campo elettrico; il rilevatore della centralina è costituito da un sensore isotropo di campo elettrico operante nell'intervallo di frequenza 100 kHz – 3 GHz ed è caratterizzato da una sensibilità pari a 0.5 V/m. La centralina acquisisce un campione di misura al secondo e ne restituisce la media mobile su 6 minuti come richiesto dal DPCM vigente.

L'indagine di secondo livello è stata eseguita avvalendosi di un analizzatore di spettro R&S mod. FSH8 associato ad una sonda elettro-ottica THALES ET 2003; il sistema è affetto da un'incertezza massima di misura pari a ± 2.2 dB, con fattore di copertura K=2.

I rilievi strumentali sono stati condotti secondo la procedura definita dalla norma tecnica CEI 211-7, 211-10 e 211-10;V1; si precisa che la distanza esistente tra l'impianto monitorato e il sito di misura individuato, in funzione delle dimensioni dei sistemi radianti e delle lunghezze d'onda emesse, è tale da soddisfare la condizione di zona di campo lontano (o, nella peggiore dell'ipotesi, di campo vicino radiativo), così come definita al par. 6.2.2 della Norma CEI 211-7. Tale condizione garantisce la proporzionalità diretta tra la densità di potenza del campo presente e il valore quadratico della componente elettrica e magnetica del campo stesso: è sufficiente pertanto verificare il rispetto dei limiti su una delle tre grandezze sopra citate (nel caso esaminato: campo elettrico) per confermare anche il rispetto dei limiti sulle restanti.

ACQUISIZIONE DATI DI MISURA

Si riporta in figura 2 l'andamento del campo elettrico rilevato per un periodo di circa tre settimane dalla centralina PMM8055 posizionata sulla terrazza della torre medioevale: il valore di campo elettrico, sebbene misurato ad un'unica quota di 150 cm dal piano calpestabile, evidenzia un netto superamento del livello di attenzione di 6 V/m; come evidente dal grafico dell'andamento medio giornaliero del campo elettrico, la condizione di superamento si concretizza nell'arco dell'intera giornata indipendentemente dalla variabilità giornaliera della potenza erogata in funzione del traffico telefonico.

Si sono quindi condotte, sulla superficie accessibile della torre, una serie di acquisizioni preliminari con misuratore di campo a largo spettro PMM 8053B abbinato alla sonda isotropa per campo elettrico EP333 al fine di individuare il punto più esposto ai campi generati dalle sorgenti presenti.

Infine, in corrispondenza del punto scelto per l'approfondimento di secondo livello (punto indicato con # in figura 3), è stata condotta l'analisi di spettro che ha permesso di determinare le intensità dei segnali CPICH umts e BCCH dcs/gsm appartenenti alle stazioni radiobase indagate e ad altre srb poste in avvistamento ottico dal sito in esame (vedi figura 1). Si riportano in tabella 1 i contributi acquisiti distinti per frequenze.

Figura 2 – misura in continuo del campo elettrico con centralina PMM8055 e andamento medio giornaliero del livello di campo elettrico distinto in giorni festivi e feriali

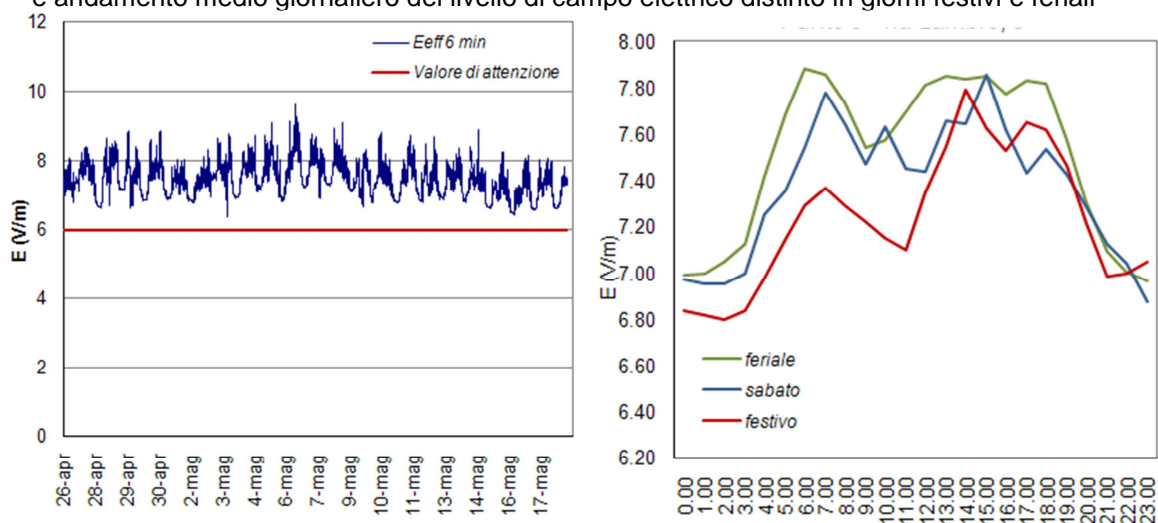


Figura 3 – torre medioevale nel centro storico e direzione di puntamento dei tre settori dell'impianto installato sull'edificio limitrofo
– a lato pianta (non in scala) della terrazza: misure in banda stretta nel punto indicato #

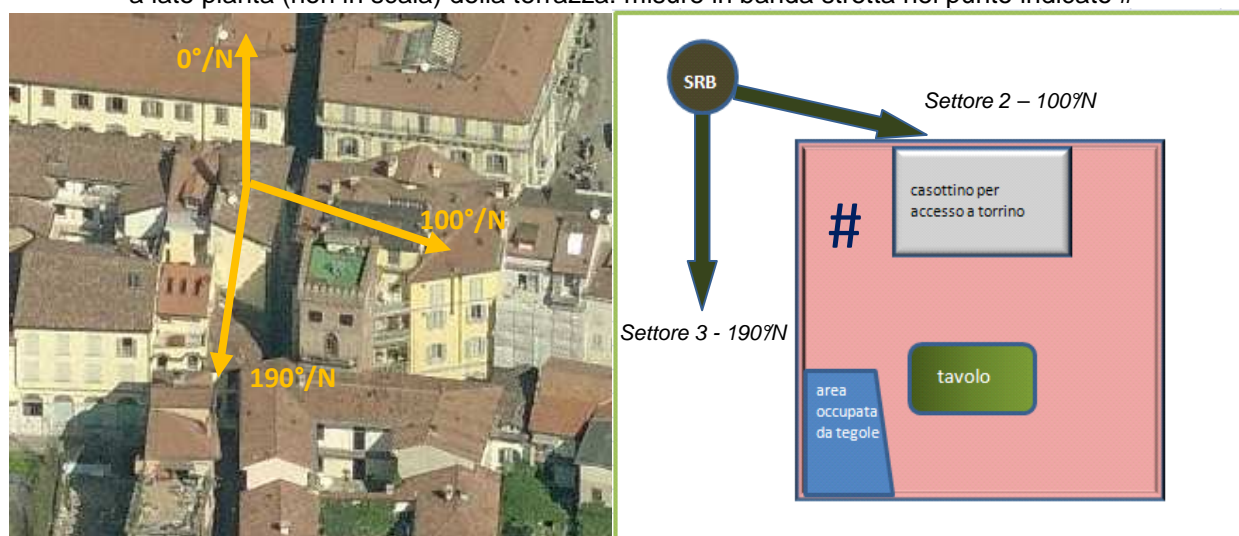


Tabella 1 - intensità segnali CPICH umts e BCCH dcs

Frequenza	CPICH s.c.*/BCCH	Quota 110 cm E_{mis} (V/m)	Quota 150 cm E_{mis} (V/m)	Quota 190 cm E_{mis} (V/m)
2152.6 MHz	CPICH s.c. 165	1.13	2.91	2.00
	CPICH s.c. 166	1.20	2.16	2.65
2157.6 MHz	CPICH s.c. 165	0.70	2.26	2.66
	CPICH s.c. 166	0.76	2.30	2.84
2127.6 MHz	CPICH s.c. 430	0.49	1.55	1.18
2137.6 MHz	CPICH s.c. 25	0.23	0.39	0.34
1855.0 MHz	BCCH	0.12	0.24	0.12
2162.6 MHz	CPICH s.c. 376	0.04	0.05	0.06
2167.6 MHz	CPICH s.c. 105	0.06	0.06	0.05

* scrambling code: identificato con modalità 3GPP FDD code-domain power dall'AS;

RISULTATI

LIVELLI DI ESPOSIZIONE A CORPO INTERO PRE-RISANAMENTO

Al fine di ricavare il contributo nel punto in esame, svincolando la misura dalla reale situazione di carico della rete e quindi ipotizzando il caso peggiore di emissione, si è applicata per il servizio umts l'equazione H.3 della guida tecnica CEI 211-10;V1. Il valore ρ_{CA} (*parametro di rete che dipende dalla potenza massima in uscita dalla srb e dalla potenza riservata al canale pilota CPICH*) è stato comunicato - come previsto dalla guida stessa - dai gestori coinvolti. I contributi del servizio dcs 1855 MHz (Wind) e del servizio umts nella banda 2160 -2170 MHz non sono stati considerati in quanto di intensità del tutto trascurabile.

Il massimo contributo nel punto esaminato (valore mediato sulle tre quote, rappresentativo di un'esposizione a corpo intero) è risultato, ipotizzando il caso peggiore di emissione, pari a 11.8 V/m. Si riportano in tabella 2 i contributi dei singoli canali umts.

Tabella 2 - valori estrapolati secondo l'equazione H.3 della CEI 211-10;V1

canale	Settore - (%N) - ρ_{CA}	E_{umts} (V/m) Media sulle tre quote
2150 - 2155 MHz	Settore 2 - 100%N - $\rho_{CA}=16\%$	5.4
2150 - 2155 MHz	Settore 3 - 190%N - $\rho_{CA}=16\%$	5.2
2155 - 2160 MHz	Settore 2 - 100%N - $\rho_{CA}=13\%$	5.7
2155 - 2160 MHz	Settore 3 - 190%N - $\rho_{CA}=13\%$	6.0
2125 - 2130 MHz*	Settore 2 - 100%N - $\rho_{CA}=9.6\%$	3.7
2135 - 2140 MHz	Settore 2 - 100%N - $\rho_{CA}=10\%$	1.0

*il settore 3 associato al canale 2125-2130 MHz non è risultato attivo durante la sessione di misura.

RIDUZIONE A CONFORMITA'

Definizione dei Fattori di Riduzione

La riduzione dei contributi dei campi elettromagnetici generati da diverse sorgenti, che concorrono in un punto al superamento del valore di attenzione, deve essere eseguito secondo quanto previsto dall'all. C del DPCM 8 luglio 2003. L'all. C richiede che il contributo della sorgente i-esima sia indicato con E_i e con L_i il corrispondente limite al fine di definire i contributi normalizzati che le varie sorgenti producono nel punto in esame.

Il codice di scrambling identifica la singola cella (settore) ed è applicato a ogni canale (portante) usato su quella cella: mediante l'analizzatore vettoriale nel dominio dei codici si misura, per ogni portante, la potenza ricevuta per il codice di scrambling della cella in esame (cfr tabella 2).

Assumendo per il calcolo dei coefficienti di riduzione (α e β) che il contributo della sorgente i-esima sia pari al valore di campo elettrico estrapolato $E_{umts}=E_{mis_pil}/\sqrt{\rho_{ca}}$ di ciascuna portante attiva sulla singola cella, si ottiene un coefficiente di riduzione α pari a 0,45; ogni operatore, che concorre al superamento, dovrà ridurre del 80% la potenza (al connettore d'antenna) assegnata a ogni portante di ogni cella.

Un approccio di questo tipo appare penalizzare, nel caso in esame, i due gestori che in termini percentuali contribuiscono complessivamente per l'11% al campo totale.

Si è pertanto eseguito il calcolo dei coefficienti di riduzione considerando due diverse ipotesi: a) per ogni gestore si assume quale sorgente i-esima la frequenza portante - si sommano i contributi associati ai corrispondenti codici di scrambling; b) per ogni gestore si assume quale sorgente i-esima la cella di provenienza - si sommano i contributi delle portanti attivate sulla cella in esame.

In entrambi i casi, sulla base del calcolo dei fattori di riduzione, è prevista una riduzione di potenza del 61 % per i gestori operanti sui canali 2125/2130MHz e 2135/2140MHz mentre il terzo gestore potrà ridurre del 82% la potenza totale assegnata a ciascun settore o alternativamente ridurre del 80% la potenza associata complessivamente al canale 2150/2155 Mz e del 83% la potenza associata al canale 2155/2160 MHz. L'ordinanza di riduzione a conformità ha imposto una riduzione di potenza calcolata secondo l'ipotesi a) sopra descritta.

Misure di Verifica

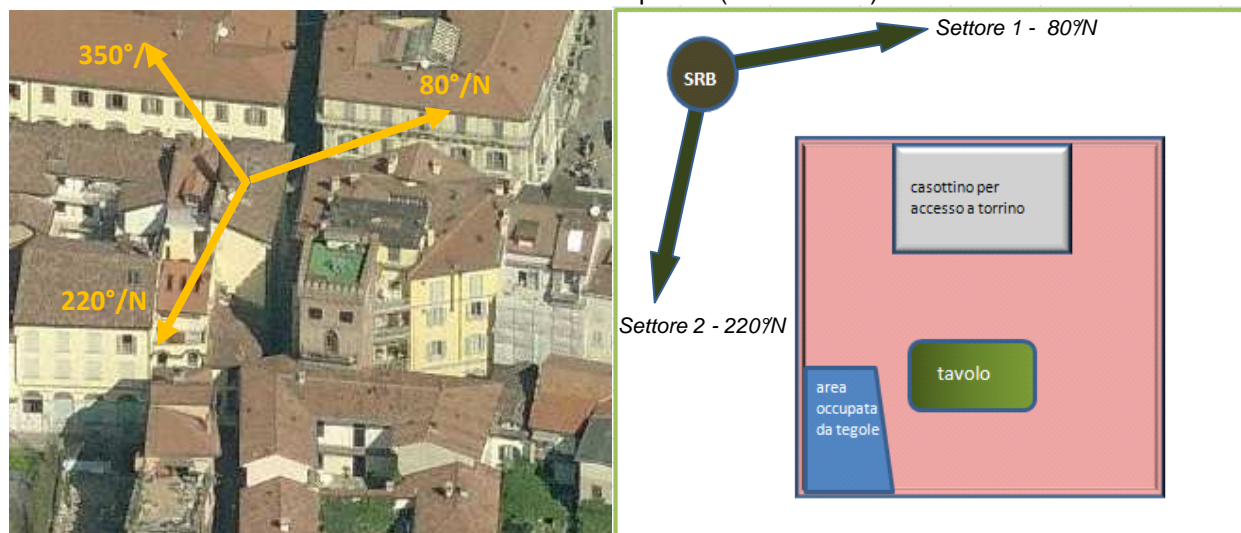
L'efficacia dell'intervento è stata verificata per mezzo di misurazioni con strumentazione a banda larga e banda stretta a far seguito della comunicazione dei gestori dell'applicazione

dell'ordinanza di riduzione a conformità imposta. Le misurazioni hanno dimostrato il rispetto del valore di attenzione di 6 V/m. Contestualmente alla comunicazione di riduzione di potenza i gestori hanno presentato una proposta di modifica dei sistemi radianti.

INTERVENTO DI RISANAMENTO

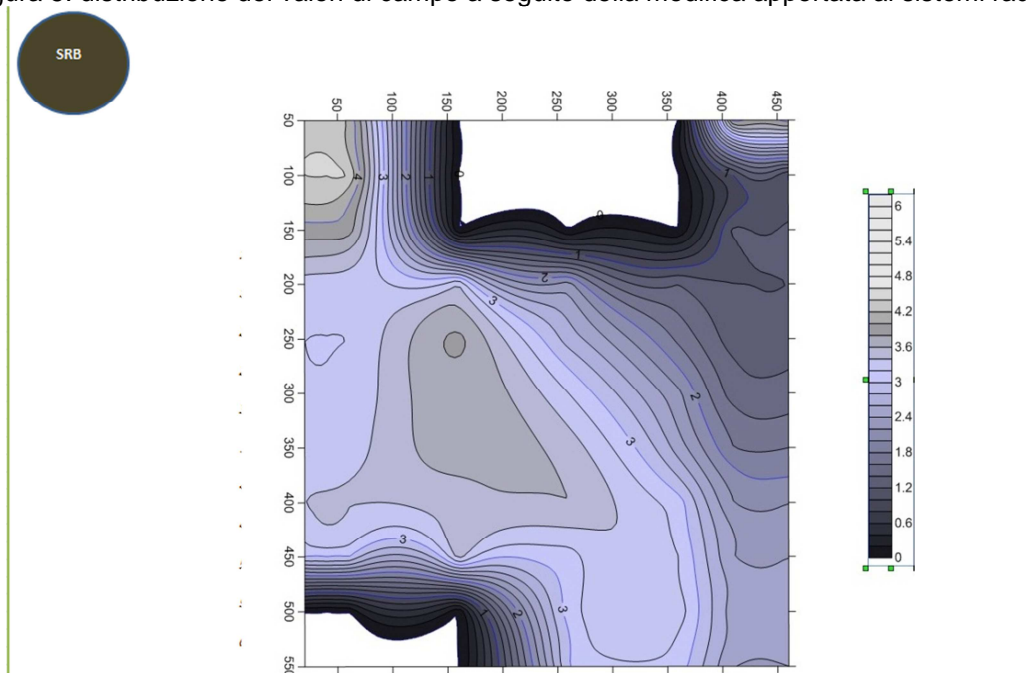
In una fase è stata attuata la modifica della configurazione dei sistemi radianti proposta dai gestori dell'impianto adiacente al sito in esame: il nuovo progetto consiste sostanzialmente nella rotazione delle direzioni di puntamento dei tre settori al fine di escludere la torre medievale dal lobo principale di irradiazione (figura 4).

Figura 4 – torre medioevale nel centro storico e direzione di puntamento dei tre settori dell'impianto installato sull'edificio limitrofo – a lato pianta (non in scala) della terrazza



Secondo quanto previsto dall' art. 7 comma 5 LR11/01, a far seguito della comunicazione ad ARPA e al Comune da parte dei gestori della messa in esercizio della modifica dell'impianto, ARPA ha eseguito un intervento di misura conclusivo finalizzato alla verifica sul campo dell'efficacia di tali modifiche. Con strumentazione a banda larga è stata eseguita una mappatura della superficie calpestabile secondo una griglia di misura con passo 50cmx100 cm (fig.5) mantenendo la sonda a una quota fissa di 1,5 metri .

Figura 5: distribuzione dei valori di campo a seguito della modifica apportata ai sistemi radianti



Nel punto più esposto ai campi, generati dalla nuova configurazione delle sorgenti, si sono acquisiti i contributi dei singoli codici di scrambling. Analogamente alla precedente indagine, si è applicata la procedura di estrapolazione sulla base dei valori del parametro p_{CA} comunicati dai gestori interessati. Il risultato dell'extrapolazione, alla condizione limite di esercizio degli impianti, attesta il rispetto del valore di attenzione di 6 V/m: il massimo contributo nel punto esaminato (valore mediato sulle tre quote rappresentativo di un'esposizione a corpo intero) risulta ora pari a 4.6 V/m con i sottocontributi riportati in tabella 3.

Tabella 3 - contributi di campo elettrico E_{mis} misurati divisi per gestore e per quota dal suolo

- valore E_{umts} estrapolato alla condizione di esercizio secondo quanto previsto dalla guida tecnica CEI 211-10 e 211-10;V1 - (per ogni gestore le intensità di segnali associati alle altre celle non sono riportati in quanto del tutto trascurabili).

Gestore-Frequenza portante	Quota 110 cm E_{mis} (V/m)	Quota 150 cm E_{mis} (V/m)	Quota 190 cm E_{mis} (V/m)	Media sulle tre quote E_{umts} (V/m)
H3G 2157.6 MHz – sc 166	0.34	0.96	0.93	2.0
H3G 2157.6 MHz – sc 164	0.41	0.73	1.01	1.9
H3G 2152.6 MHz – sc 166	0.40	1.00	0.94	2.1
H3G 2152.6 MHz – sc 164	0.38	0.74	0.95	1.8
Telecom 2127.6 Mhz – sc 5	0.22	0.47	0.53	1.4
Telecom 2127.6 Mhz – sc 7	0.28	0.54	0.45	1.6
WIND 2137.6 MHz – sc 25	0.14	0.24	0.22	0.6
WIND BCCH DCS	0.34	0.71	0.79	0.8

CONCLUSIONI

La procedura di estrapolazione ottenuta mediante misura con analisi nel dominio dei codici consente di stimare la condizione di trasmissione di una stazione radiobase alla massima potenza e pertanto permette di verificare se, in un dato punto, sia possibile o meno superare i limiti ipotizzando il caso peggiore di emissione della stazione radio base stessa (§H.3.3. CEI 211-10;V1).

Nel caso in esame la misura di primo livello in banda larga ha evidenziato il superamento del livello di attenzione e nell'ambito dell'indagine di secondo livello in banda stretta sono stati discriminati i contributi associati ai singoli codici di scrambling rilevati.

Ai fini della minimizzazione dell'esposizione, i fattori di riduzione a conformità (cfr all.C DPCM 8/7/2003) sono stati definiti sulla base dei valori estrapolati secondo l'equazione H.3 della guida tecnica CEI 211-10;V1, considerando quindi il caso peggiore di emissione delle sorgenti che concorrono al superamento.

Il superamento è stato risolto, in un primo tempo applicando la riduzione di potenza imposta dalla procedura di riduzione a conformità e, successivamente, attuando modifiche tecniche proposte dai gestori finalizzate a ripristinare le potenze necessarie a garantire da un lato l'area di copertura e dall'altro il rispetto del livello di attenzione.

BIBLIOGRAFIA

- Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici – approvata dal Parlamento Italiano il 14.02.2001
- D.P.C.M. 08.07.2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz" - (G.U. n. 199).
- L.R. 11/01: "Norme sulla protezione ambientale dall'esposizione a campi elettromagnetici indotti da impianti fissi per le telecomunicazioni e per la radiotelevisione".
- Guida Tecnica CEI 211/7 "Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 10 kHz - 300 GHz, con riferimento all'esposizione umana".
- Guida Tecnica CEI 211/10;V1 "Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici in alta frequenza - Appendice G: Valutazione dei software di calcolo previsionale dei livelli di campo elettromagnetico - Appendice H: Metodologie di misura per segnali UMTS