

Nota tecnica: interconfronto regionale sulle metodologie di valutazione degli impianti alle radiofrequenze

D.de Bartolo, S. Mossetti, E. Nava, M. Zavatti
ARPA Lombardia

ATTIVITÀ DI ARPA LOMBARDIA SULLE TECNICHE DI MISURA

Il contesto continuamente innovativo sia nel campo tecnologico, sia normativo, della valutazione delle esposizioni ai campi elettromagnetici ha evidenziato l'importanza per l'Ente preposto al controllo di disporre di procedure di misura consolidate e uniformi sul territorio. Nell'anno 2009 ARPA Lombardia ha partecipato con due laboratori all'interconfronto nazionale IC015 predisposto da ISPRA. Lo scopo principale degli interconfronti è quello di "fornire ai partecipanti strumenti obiettivi per la valutazione della qualità delle proprie prestazioni e la dimostrazione d'affidabilità dei risultati prodotti, mediante il confronto con le prestazioni fornite dagli altri partecipanti".

Sulla scorta dei risultati ottenuti a livello nazionale, si è ritenuto opportuno proporre un analogo interconfronto tra i 12 dipartimenti provinciali di ARPA Lombardia con l'obiettivo di determinare la capacità dei singoli dipartimenti di eseguire misure di specifici parametri, fornire evidenza di affidabilità dei dipartimenti partecipanti e non ultimo identificare le eventuali differenze tra dipartimenti e proporre azioni di armonizzazione da condividere. L'attività interdipartimentale si è articolata in tre diverse fasi: in primo luogo ci si è focalizzati sulla misura del campo elettrico associato ai segnali FM individuando un idoneo sito presso il comune di Civenna (luglio 2010), la seconda fase ha visto impegnati i dipartimenti in un interconfronto volto a valutare la capacità di ognuno a determinare in via preventiva il contributo di un impianto radiobase collocato in un sito complesso (settembre 2011) e in ultimo ci si è concentrati sulla misura del campo elettrico associato ai segnali gsm – umts chiedendo ai partecipanti di fornire il valore dei singoli contributi in frequenza di alcune portanti (maggio 2012). Si presentano nel seguito i risultati di quest'ultima fase dell'attività interdipartimentale che ha visto impegnati i 12 dipartimenti di ARPA e il Settore Monitoraggi Ambientali.

METODOLOGIA E MODALITÀ OPERATIVE

MATERIALI E METODI

Nell'ambito dell'interconfronto è stata posta particolare attenzione alle procedure in uso presso i diversi dipartimenti, agli strumenti utilizzati e, più in generale, alla gestione di problematiche tipiche delle misure in campo. Per queste ragioni, come peraltro effettuato nell'interconfronto nazionale, si è attuata un'attenta ricerca del sito "reale" con sorgenti operanti nelle normali condizioni di emissione e una volta individuato si è proceduto alla sua caratterizzazione. Nonostante le procedure di misura dei campi elettromagnetici per le stazioni radiobase siano, ad oggi, abbastanza uniformate tramite le Norme tecniche CEI 211-7 e CEI 211-10 App.H, lasciano tuttavia una certa arbitrarietà nell'impostazione di alcuni parametri di misura, la cui scelta è demandata a chi effettua la misura e può influire sul risultato della misura in campo.

Un ulteriore fattore di variabilità è costituito dagli strumenti di misura, che, pur essendo essenzialmente di tipologie comparabili, presentano delle differenze nella risposta a determinate sollecitazioni, legate soprattutto alle modalità con cui vengono implementate alcune funzioni.

a) Individuazione e caratterizzazione del sito di misura

Sono stati presi in considerazione alcuni siti e valutati in base alle caratteristiche logistiche, alle tipologie di impianto ed ai livelli di campo elettromagnetico. Il lavoro che viene descritto esclusivamente per il sito selezionato, è stato attuato per ciascuno dei siti considerati.

Il sito prescelto per le misure si trova presso il parco del centro commerciale Auchan, in via Lario 17, Monza (MB). Gli impianti di telefonia presenti appartenenti agli operatori Tim e Vodafone, entrambi con tecnica trasmissiva GSM e UMTS, e sono posizionati sul totem che sorregge le insegne dei negozi presenti nel centro commerciale.

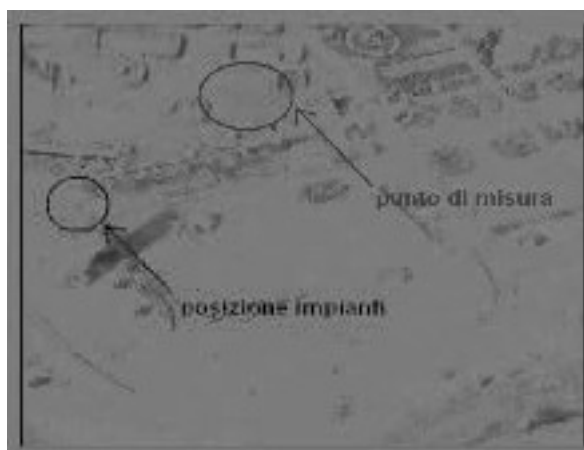
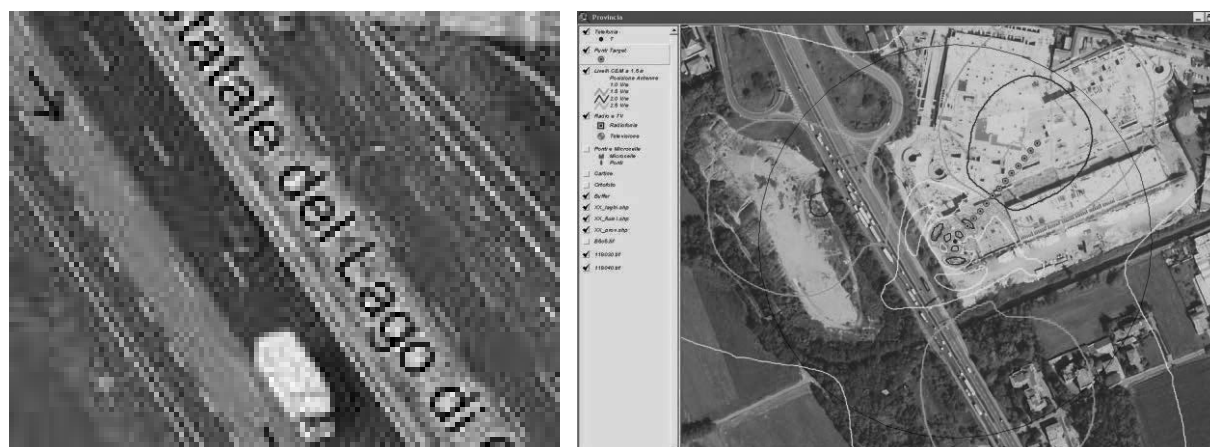


Figura 1 | Sito di misura per l'interconfronto

Con l'ausilio del software di simulazione del campo elettrico *NFA3D di Aldena Telecomunicazioni*, è stata individuata la zona con i valori più elevati di campo elettromagnetico. Successivamente è stata effettuata una caratterizzazione dell'area, individuando con lo strumento a banda larga la zona più idonea per le finalità proposte.

Si riportano nella figura seguente le curve isolivello, acquisite alla quota di 1.5 m dal suolo, sovrapposte all'ortofoto più recente a disposizione, in cui però la struttura del centro commerciale, sebbene alcuni elementi caratterizzanti siano già presenti, risulta ancora in costruzione (a fianco per confronto, la mappa più aggiornata estratta da Bing).



Quale postazione di misura è stata scelta la zona antistante l'accesso al parcheggio sotterraneo, uno spiazzo erboso non eccessivamente disturbato dalla presenza di alberi e di edifici, situato lungo la direzione di puntamento del 1° settore di entrambi gli impianti (40°/N). Sotto queste condizioni la propagazione del campo elettromagnetico non è disturbata da oggetti metallici nelle vicinanze, per cui le approssimazioni adottate in fase di simulazione dovrebbero portare a risultati non distanti dalle misure in sito.

distanza	[m]	70
azimut	[°N]	40
simulazione	[V/m]	2.51
misura preliminare	[V/m]	2.30

risultati della simulazione e della misura preliminare

* valori medi nell'area individuata per le misure

Una volta individuata la zona dove effettuare le misure, è stata eseguita una mappatura dei valori di campo elettrico con uno strumento di misura a banda larga, dapprima campionando con un passo di 2 metri, e poi nella zona che ha fatto registrare i valori più alti, campionando ogni 5 metri. È stato quindi individuato il punto esatto in cui andare a posizionare gli strumenti di misura.

Successivamente è stata eseguita una caratterizzazione in banda stretta del sito di misura, andando ad individuare le tipologie trasmissive presenti, le frequenze a cui operano ed i relativi livelli di campo. Il gestore Vodafone ha fornito le specifiche tecniche degli apparati, per cui si è resa possibile l'estrapolazione al valore massimo del campo elettrico. I valori ricavati vengono considerati esclusivamente come riferimento per le misure successive.

BCCH [MHz]	E _{mis} [V/m]	E _{max} [V/m]	CPICH [MHz]	Scrambling Code	E _{mis} [V/m]	E _{max} [V/m]
952.4	1.014	1.693	2162.6	184	0.208	0.659
			2167.6	100	0.155	0.489

misura GSM di Vodafone relativo al settore nr 1 (40°/N) misura UMTS di Vodafone relativo al settore nr 1 (40°/N)

b) Definizione del protocollo di misura

Per rilevare eventuali anomalie nei livelli di campo elettromagnetico, dovute a temporanee variazioni o ad altre possibili cause, è stata posizionata una centralina di monitoraggio in continuo (misura in banda larga) nell'area prescelta durante l'intera sessione di misura.

Ai Dipartimenti partecipanti è stato chiesto di applicare le procedure abitualmente in uso (manuali o automatiche). Sono state richieste:

- una misura del campo elettrico con strumentazione in banda larga;
- una misura del campo elettrico associato al servizio GSM dell'operatore Vodafone e l'identificazione delle portanti di controllo (BCCH);
- una misura del campo elettrico associato ai canali UMTS dell'operatore Vodafone

Ciascun Dipartimento ha utilizzato la strumentazione che è solito utilizzare nell'ambito della normale attività di servizio e ha effettuato misure esclusivamente ad un'altezza da terra pari a 1.5 m. Ad ogni partecipante è stato chiesto di eseguire l'analisi dei dati raccolti e di produrre una relazione, congiuntamente ad una richiesta dei dati radioelettrici dell'impianto necessari per eseguire le corrette estrapolazioni.

Per valutare le performances dei vari Dipartimenti sono state prese in considerazione la misura in banda larga (media su 6 minuti), la misura sulla BCCH del GSM di Vodafone a 952,4 MHz e le due misure sui CPICH del servizio UMTS di Vodafone, rispettivamente a 2162,5 MHz e 2167,5 MHz.

I valori registrati dalla centralina di monitoraggio in continuo sono stati quindi tenuti in considerazione come livello di riferimento per effettuare una normalizzazione dei risultati ottenuti da ciascun Dipartimento, in modo tale da svincolare la misura in banda larga dalla fascia oraria in cui è stata eseguita. La centralina di monitoraggio in continuo non ha evidenziato alcuna anomalia nei livelli di campo elettromagnetico, come evidenziato nelle figura seguente.

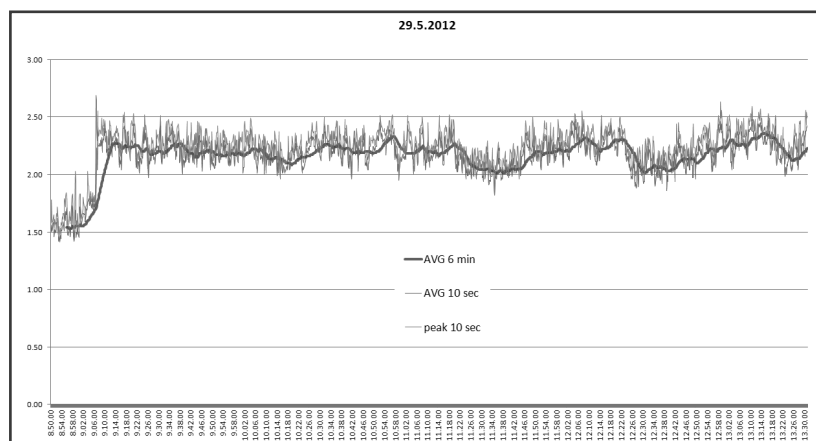


Figura 2 | Risultati ottenuti dalla centralina di monitoraggio in continuo

I risultati ottenuti dai singoli Dipartimenti sono stati analizzati attraverso il calcolo del *consensus value* (media robusta) e ad attribuire a ciascun risultato uno zeta – score, punteggio che restituisce immediatamente un'indicazione sulla misura. Il criterio di accettabilità dei dati è:

$|z - score| < 2$ accettabile

$2 < |z - score| < 3$ discutibile

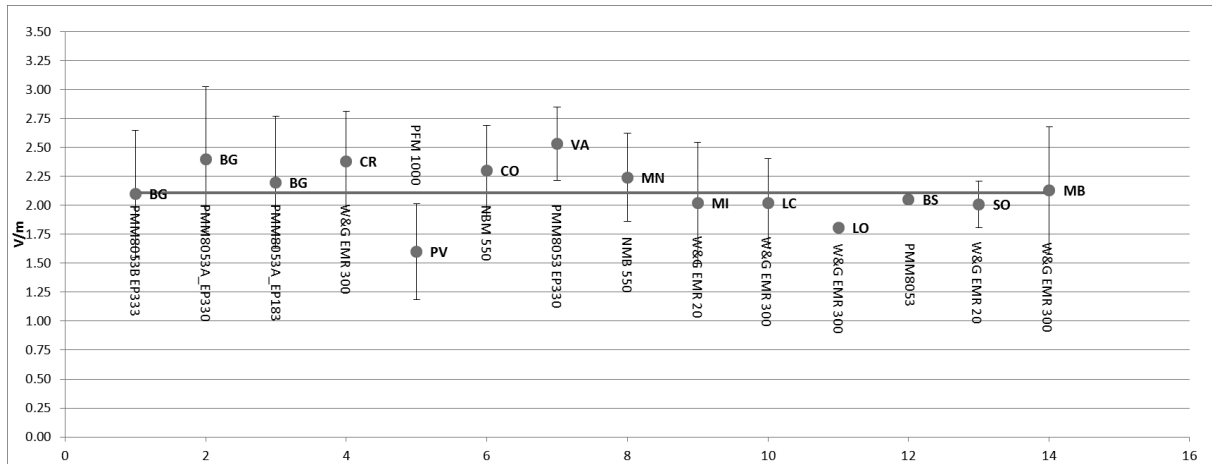
$|z - score| > 3$ non accettabile

Ad ogni partecipante è stato attribuito uno z-score per ogni frequenza misurata e per ogni misura e, sulla base di questi, è stato definito e attribuito un parametro di valutazione complessiva per ogni banda (GSM, UMTS).

ELABORAZIONE DEI RISULTATI E CONSIDERAZIONI

MISURE IN BANDA LARGA

Tutti i Dipartimenti di ARPA Lombardia hanno effettuato le misure in banda larga, con modalità operative conformi alla norma CEI 211-7 2001-01. In figura è riportato il valore misurato dai diversi dipartimenti. Si osserva che in generale i valori sono in buon accordo, in particolare strumenti diversi forniscono valori analoghi, pur evidenziando una sovrastima dell'ordine del 15% per le apparecchiature meno recenti.

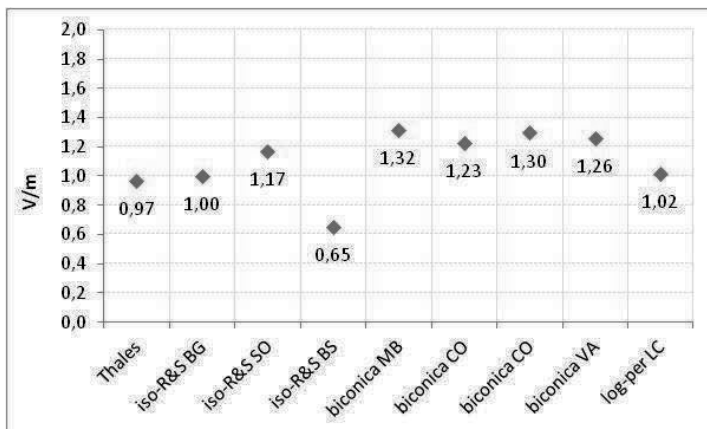


La misura in banda larga ha sollevato la questione della significatività del periodo di misura scelto per l'indagine rispetto alle condizioni di massimo esercizio dell'impianto. Nella seguente figura viene riportato il giorno tipo ottenuto registrando i valori di campo elettrico per una settimana in prossimità di una SRB urbana. E' evidente come l'intervallo operativo delle Agenzie non si possa collocare nelle condizioni di minimo, che sono quelle auspiccate dalla norma CEI 211-7 2001-01 per procedere all'estrapolazione, nè nelle condizioni di massimo.

MISURE IN BANDA STRETTA

I Dipartimenti di ARPA Lombardia dotati di analizzatore di spettro hanno individuato correttamente la BCCH e i canali pilota UMTS, con relativo scrambling code. Tutti hanno usato le impostazioni degli strumenti previste da CEI 211-7 2001-01 e le misure sono state eseguite con ottima affidabilità.

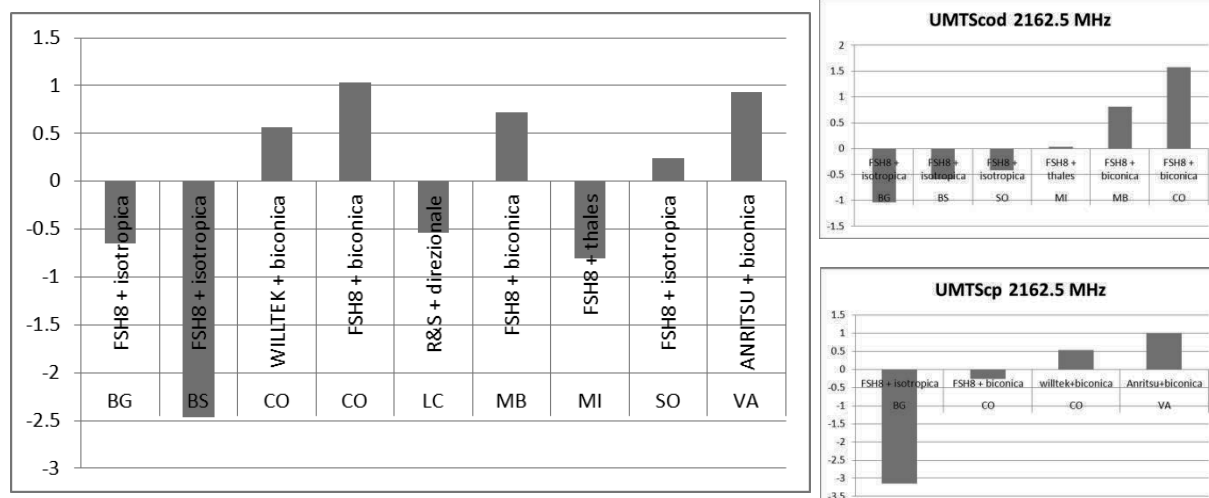
In figura è riportato il valore della portante BCCH e del canale pilota UMTS misurato dai diversi dipartimenti. Si osserva che in generale i valori sono in buon accordo, in particolare strumenti diversi forniscono valori analoghi, con l'eccezione la catena strumentale indicata con "iso-R&S BS" per la quale si è riscontrato un errore nelle impostazioni della strumentazione. Le catene strumentali dotate di antenna biconica sembrano produrre valori leggermente superiori a quelli misurati con antenne isotropiche, tuttavia nell'ambito dell'interconfronto nazionale, le stesse catene di misura hanno fornito valori inferiori alla media (Rapporto conclusivo interconfronto IC015 -ISPRA, ARPA Piemonte).



	2162.4 MHz	2167.4 MHz
Thales MI	0,11	0,10
iso-R&S BG	0,04	0,02
iso-R&S SO	0,08	0,04
iso-R&S BS	0,07	
biconica CO	0,21	0,15
biconica MB	0,16	0,17

	2162.4 MHz	2167.4 MHz
iso-R&S BG	0,01 ?!	0,04 ?!
biconica VA	0,38	0,23
Willtek CO	0,29	0,21
biconica CO	0,35	0,22

Come evidente dai grafici sottostanti tutti i dipartimenti hanno ottenuto z-scores accettabili in entrambe le misure: la misura del sistema gsm restituisce z-score minori di 1 a meno, come prevedibile, del dipartimento BS che come già detto ha impostato erroneamente i parametri di misura e la misura del sistema umts restituisce per tutti i dipartimenti z-scores inferiori al valore 1,5 quando la misura è eseguita nel dominio dei codici e inferiori al valore 1 quando la misura è eseguita in modalità channel power a meno di un dipartimento per il quale si ipotizza anche in questo caso un'errata impostazione dei parametri di misura.



La rielaborazione della misura in banda stretta ai fini del confronto con il valore di attenzione previsto dal DPCM 8 luglio 2003 ha evidenziato alcune criticità nell'applicazione degli algoritmi di estrapolazione. L'applicazione stretta della metodologia prevista dalla norma CEI 211-7 2001-1, ha il limite di non fornire indicazioni per i segnali UMTS, introdotti successivamente all'emanazione della norma. Tali segnali sono trattati dall'appendice H della norma CEI 211-10 2002-04, che tuttavia propone algoritmi di estrapolazione per il segnale GSM differenti. A titolo esemplificativo in tabella viene riportata l'estrapolazione secondo le due norme del medesimo segnale.

Cella N.	BCCH (MHz)	Misurato (V/m)	Portanti N.	Estrapolato	
				211-7 (V/m)	211-10 (V/m)
1	943.8	0.23	4	0.46	0.36
2	950.6	2.06	6	5.05	3.83
3	951.6	1.79	2	2.53	2.18
Totale				5.66	4.42

Un ulteriore fattore di variabilità riscontrato tra i diversi metodi di estrapolazione, è l'utilizzo della configurazione d'impianto in esercizio al momento della misura e quella autorizzata. Secondo il principio di cautela dovrebbe essere utilizzata la configurazione autorizzata, che può essere attivata in qualsiasi momento. Spesso tuttavia non è possibile effettuare tale stima, ad esempio in assenza di attivazione di tutti i canali previsti per la tecnologia UMTS o dell'intero sistema DCS.

Quota 1.5 m	E_{mis} (V/m)	$E_{Conf. Esercizio}$ (V/m)	$E_{Conf. Autoriz.}$ (V/m)
Sett. 1 CPICH UMTS – 2162.6 MHz sc 184	0.16	0.52	0.52
CPICH UMTS – 2167.6 MHz sc 100	0.17	0.53	0.53
BCCH GSM 952.4 MHz	1.26	1.98	2.34
Sett. 2 CPICH UMTS – 2162.6 MHz sc 187	/*	/*	/*
CPICH UMTS – 2167.6 MHz sc 101	/*	/*	/*
BCCH GSM 954.0 MHz	/*	/*	/*
Sett. 3 CPICH UMTS – 2162.6 MHz sc 182	/*	/*	/*
CPICH UMTS – 2167.6 MHz sc 103	/*	/*	/*
BCCH GSM 952.0 MHz	0.11	0.18	0.21
Somma contributi alla quota 1.5 m		2.1	2.5

*l'intensità del segnale non è riporta in quanto del tutto trascurabile.

E' auspicabile che tali aspetti di criticità vengano regolamentati in modo chiaro, e quantomeno ci si ripropone di definire una procedure condivisa, alla luce delle Linee Guida ISPRA ARPA/APPA.

