

Individuazione di impianti radio e di telefonia mobile tramite misure direzionali

Benes M.⁽¹⁾, Del Frate S.⁽²⁾, Liguori L.⁽¹⁾, Comelli M.⁽¹⁾, Di Marco P.⁽¹⁾, Menotti G.⁽¹⁾,
Telesca M.⁽¹⁾, Villalta R.⁽²⁾

⁽¹⁾ ARPA Friuli Venezia Giulia – Dipartimento di Fisica Ambientale, via Tavagnacco 91 – 33100 Udine

⁽²⁾ ARPA Friuli Venezia Giulia, piazza Collalto 15 – 33057 Palmanova (UD)

benes@arpa.fvg.it

Riassunto

La necessità di effettuare verifiche dello stato di attivazione di impianti radio base UMTS, o anche l'esigenza di individuare la collocazione di impianti di radiodiffusione in ubicazioni soggette a bonifica non facilmente accessibili, ha portato ARPA FVG a mettere a punto una metodologia sperimentale per l'individuazione e la caratterizzazione di tali impianti mediante misure direzionali.

Tale tecnica, che fa uso di un set di antenne direttive, è particolarmente utile nello scenario urbano. È in questa situazione, infatti, che si dimostra particolarmente complicata l'individuazione dello specifico impianto radio base da verificare tra quelli presenti nell'area d'analisi, appartenenti allo stesso gestore per una particolare banda di frequenza.

Nel presente lavoro vengono descritti il metodo applicato per la scelta del miglior punto di misura, in base alle direzioni di puntamento delle celle di tali impianti e il setup sperimentale.

Vengono quindi riportati i risultati di misurazioni volte sia all'identificazione dei segnali presenti in aria nelle direzioni indagate, sia alla determinazione dei livelli di campo elettrico riscontrati per impianti radio e UMTS nelle rispettive bande di frequenza.

Per gli impianti radio le acquisizioni sono state eseguite mediante analizzatore di spettro impostato in modalità Max Hold; per la tecnologia UMTS in Power Channel, con successiva elaborazione dei dati mediante un opportuno software di acquisizione.

A) INTRODUZIONE

Nell'ambito dell'attività istituzionale di ARPA-FVG è emersa la necessità di effettuare la verifica dello stato di attivazione di impianti radio e stazioni radio base (SRB). In un contesto urbano si presenta spesso il problema di individuare univocamente, mediante misura, l'impianto indagato che si trova solitamente attorniato da molti altri impianti, appartenenti anche allo stesso gestore.

In ambito extra-urbano ci può essere l'esigenza di individuare il segnale proveniente, ad esempio, da un impianto radio collocato in un sito difficilmente raggiungibile come il territorio montano.

Inoltre, può accadere di dover individuare la collocazione, a priori ignota, di un impianto di cui è stata solamente riconosciuta la frequenza.

Nel seguito viene proposta una tecnica, chiamata semplicemente "misura direttiva", per la soluzione delle problematiche sopra esposte.

B) DESCRIZIONE DEL METODO

Il metodo che qui si propone sfrutta l'idea di eseguire delle valutazioni coprendo, mediante l'impiego di un'antenna direttiva, l'intero angolo giro di 360°. La sonda viene cioè spostata a step che possono variare dai 90° ai 15° a seconda della precisione che si richiede al processo di misura ed alla direttività dell'antenna a disposizione. Di volta in volta si registra il valore della potenza rilevata sulla frequenza di interesse. I risultati vengono riportati in un diagramma polare che, sovrapposto alla planimetria della zona di misura, individua, con il punto di massimo, il settore nel quale è presente ed attivo l'impianto indagato.

Nel seguito verranno discussi alcuni esempi di misure effettuate sul campo che sfruttano tale tecnica.

C) PRESENTAZIONE DELLE CASISTICHE

Presso ARPA-FVG sono state condotte delle misure direttive che possono essere raggruppate nei seguenti casi tipo:

- a) verifica dello stato di attivazione di un impianto radio non facilmente accessibile;
- b) verifica dello stato di attivazione una SRB in contesto urbano;
- c) ricerca della collocazione di un impianto radio.

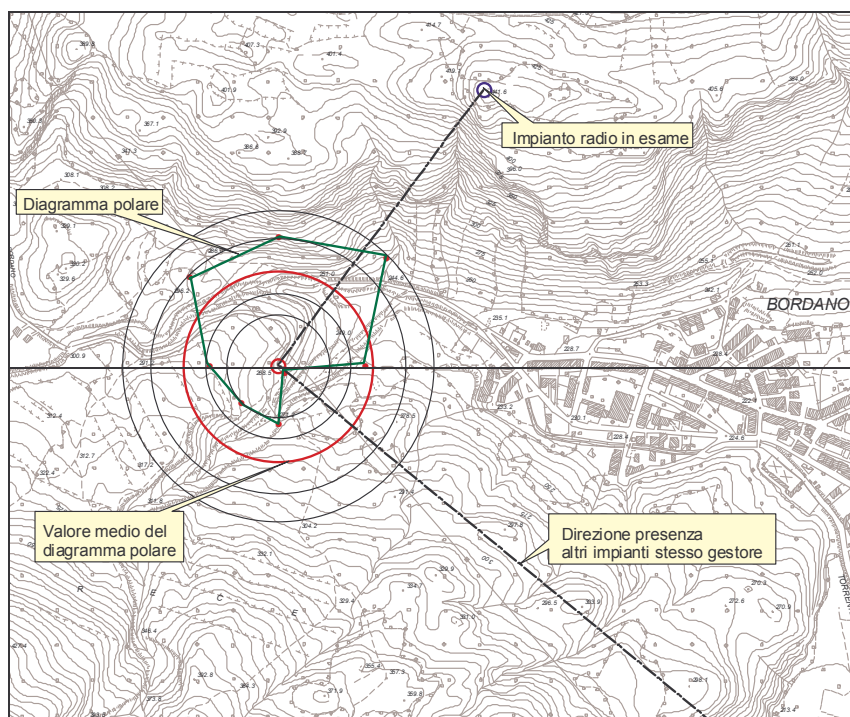
Per ognuno di questi casi è risultato necessario l'impiego dell'analizzatore di spettro Agilent Technologies 100 Hz – 26.5 GHz, modello E4407B.

1) VERIFICA DELLO STATO DI ATTIVAZIONE DI UN IMPIANTO RADIO NON ACCESSIBILE

A seguito di segnalazione da parte dell'amministrazione comunale del comune di Bordano (UD), l'Agenzia ha approntato una serie di misure volte alla verifica dell'esistenza di un impianto a radiofrequenza (95.4 MHz) collocato sulla sommità di un'altura non accessibile con la strumentazione. Si è quindi optato per una misura direttiva montando una antenna log-periodica [1], MPG Instruments, 0.2 – 1 GHz, con una Half Power BeamWidth (HPBW) stimata pari a 60° [2], su un cavalletto in materiale dielettrico collegata, mediante un cavo a radiofrequenza munito di ferriti, all'analizzatore di spettro.

Mediante bussola, l'antenna direttiva, è stata ruotata a step di 45° fino a completamento dell'angolo giro. In tal modo è stato ottenuto il diagramma polare di fig. 1.

Figura 1 - Diagramma polare sovrapposto a cartografia nel caso della verifica di un impianto radio.



Dall'osservazione della fig. 1, si evince che il diagramma polare (curva verde) presenta un picco nella direzione dell'impianto radio in esame, mentre presenta un minimo nella direzione di posizionamento dell'antenna dichiarata dal gestore. Il valore medio delle misure è rappresentato dal cerchio rosso. In questo caso è stato quindi possibile concludere che l'impianto in esame si trova nel sito atteso e non dichiarato dal gestore, è effettivamente attivo e si distingue direzionalmente dal fondo alla stessa frequenza.

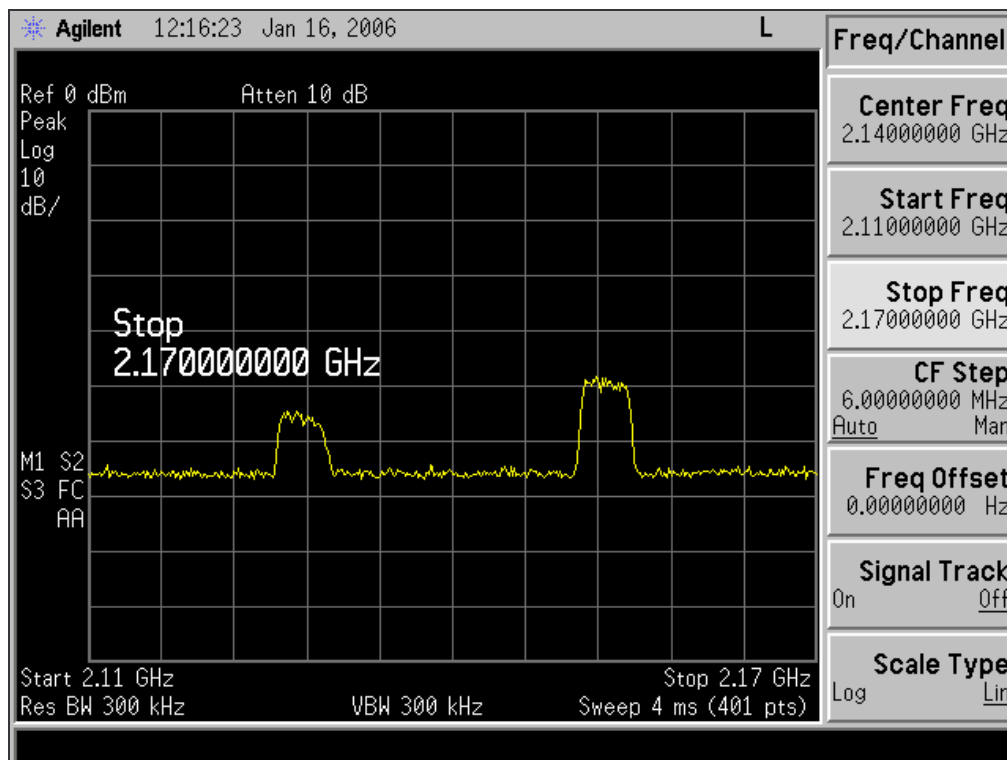
2) VERIFICA DELLO STATO DI ATTIVAZIONE DI UNA SRB IN CONTESTO URBANO

Nell'ambito degli impianti adibiti al servizio della telefonia mobile, può essere richiesta la verifica dello stato di attivazione di una SRB inserita in un contesto urbano nel quale operano altri impianti (a distanze di qualche centinaio di metri), appartenenti allo stesso gestore ed operanti alla stessa frequenza propria dell'UMTS.

La tecnologia W-CDMA dell'UMTS [3, 4] sfrutta il riuso dei codici, e per questo si differenzia sostanzialmente dal protocollo di trasmissione GSM-DCS. Lo spettro in frequenza di un segnale

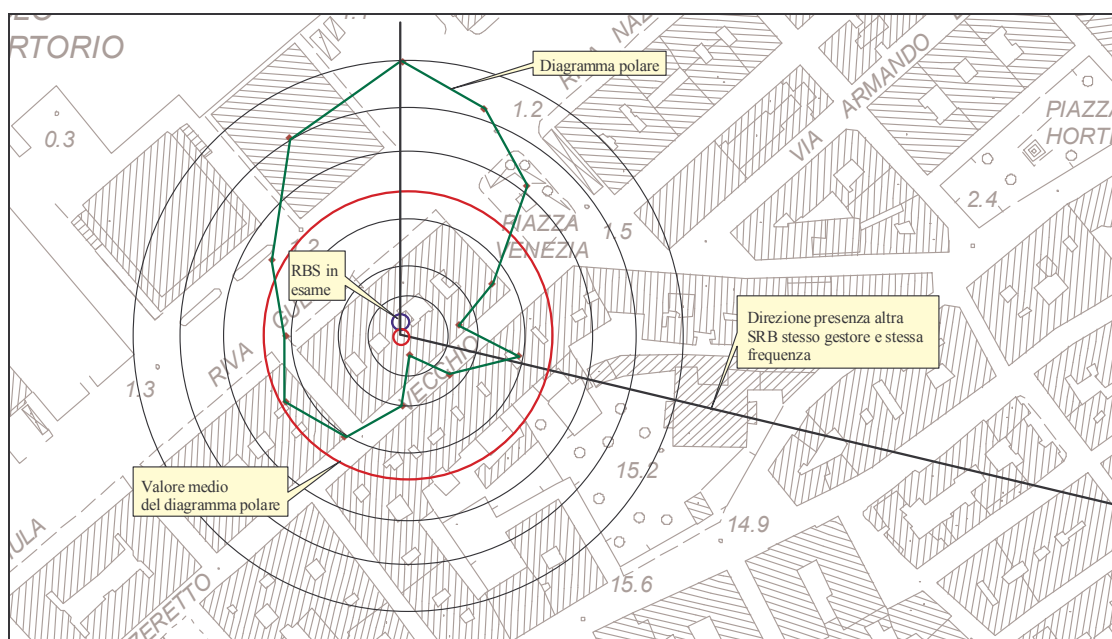
UMTS (fig. 2), occupa una banda di 5 MHz ed è caratterizzato dal tipico plateau dei segnali digitali. I canali di controllo sono sempre “in aria” e costituiscono il livello minimo del plateau. Al variare del traffico, tale livello si alza o si abbassa fino, al massimo, a quanto garantito dal parametro di rete.

Figura 2 - Aspetto tipico di uno spettro UMTS (compresenza di due gestori).



L'indagine dello stato di attivazione di una SRB si esegue correttamente mediante un Protocol Analyzer o analizzatore nel dominio dei codici, il quale fornirebbe il livello di campo elettrico che compete ad ogni codice corrispondente al canale di controllo assegnato alla particolare SRB [5]. Osservando cioè la presenza del codice proprio dell'impianto da verificare, si può giungere alla conclusione che l'impianto è attivo.

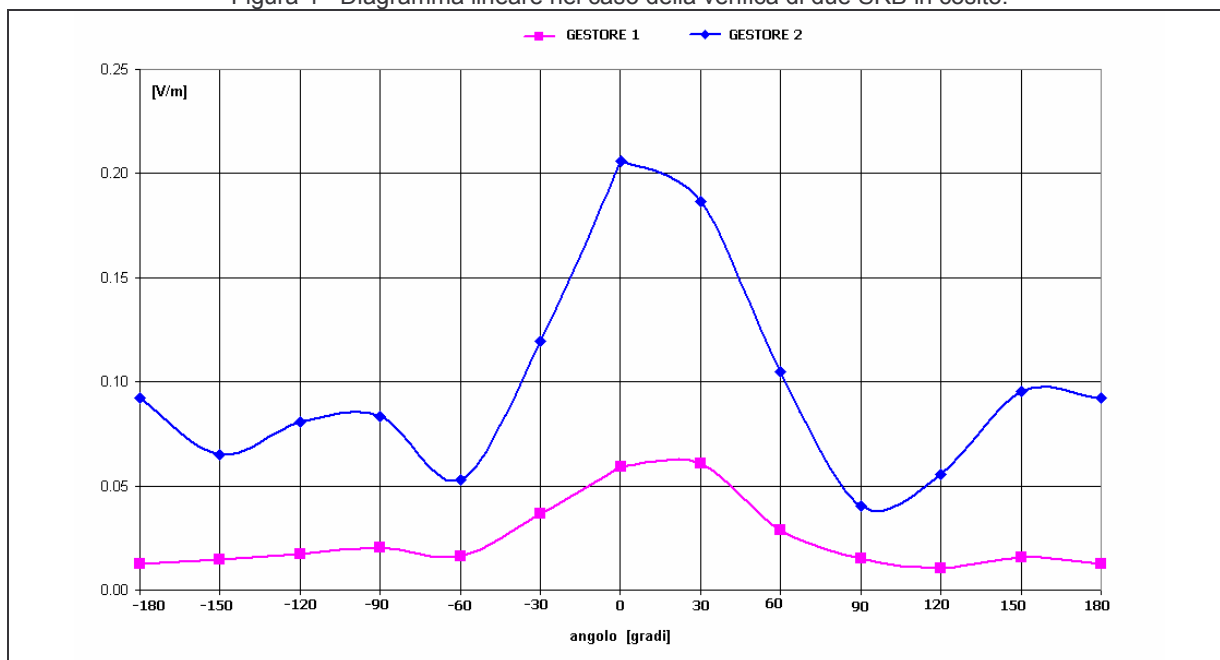
Figura 3 - Diagramma polare sovrapposto a cartografia nel caso della verifica di una SRB.



Nel caso non si disponga di un Protocol Analyzer, una soluzione qui proposta è quella di ricorrere alle misure direttive. Il caso discusso riguarda la misura di una SRB nella città di Trieste. A priori è risultato necessario, sulla base delle direzioni di puntamento degli altri impianti, scegliere il punto di misura idoneo a ricevere la maggiore potenza dall'impianto in esame piuttosto che dagli adiacenti. Il setup sperimentale differisce, rispetto al caso a), per l'impiego di un'antenna direttiva double ridged horn [1], MPG Instruments, 1-18 GHz, HPBW pari a 38°. Poiché era necessario discernere un impianto da uno collocato a poche centinaia di metri di distanza, è stato rilevato il diagramma polare di fig. 3, a step di 30°. La potenza sulla banda UMTS di interesse è stata misurata di volta in volta mediante l'ausilio del Power Channel [5, 6, 7] e successiva elaborazione dei dati mediante un opportuno software di acquisizione [8].

Come si evince dall'osservazione della fig. 3, il diagramma polare (curva verde), presenta un picco nella direzione della SRB che si sta studiando al fine della determinazione del suo stato di attivazione. Si nota altresì un picco in direzione di un'altra SRB appartenente allo stesso gestore ed operante, in modalità UMTS, alla stessa frequenza. Dall'intensità relativa dei due picchi, uno superiore e l'altro inferiore al valore medio (circolo rosso), si deduce che la SRB in esame è effettivamente attiva e si distingue direzionalmente dalle altre, analoghe per gestore e frequenza.

Figura 4 - Diagramma lineare nel caso della verifica di due SRB in cosito.

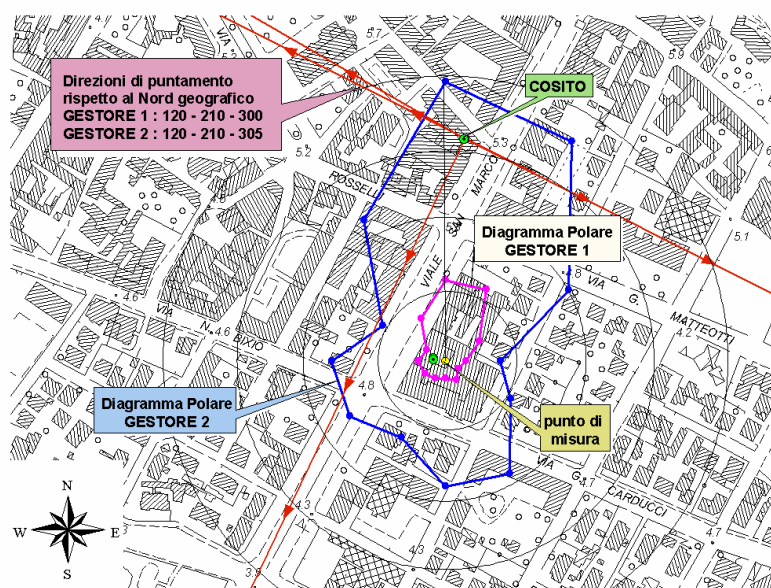


Lo stesso tipo di indagine può essere applicata anche a casi più complessi. Spesso nel tessuto urbano ci si imbatte in impianti di più gestori di telefonia mobile giacenti sullo stesso traliccio (cosito). In questo caso la misura direttiva permette, a parità di direzione di puntamento dell'antenna ricevente, di evidenziare i contributi dei singoli gestori, compatibilmente con la visibilità del traliccio e con le direzioni di irraggiamento delle SRB, e di escludere i contributi di impianti dello stesso gestore situati nelle vicinanze. Di seguito si riporta il caso di misure eseguite nella banda di frequenze UMTS in corrispondenza di un cosito ospitante due gestori telefonici nel Comune di Monfalcone (GO).

Il setup sperimentale è lo stesso di quello cui al paragrafo precedente. Le misure sono state eseguite a step di 30°, sui piani orizzontale e verticale utilizzando l'opzione Channel Power nei range di frequenza di interesse. I dati così ottenuti sono stati sommati in quadratura e quindi moltiplicati per i rispettivi parametri di rete comunicati dai gestori.

I diagrammi ottenuti sono riportati sia in rappresentazione lineare (fig. 4) che in rappresentazione polare (fig. 5). Questi evidenziano lo stato di attivazione degli impianti, i contributi al campo totale dei due gestori e, infine, identificano in modo univoco la direzione rispetto al Nord geografico in cui è massima la potenza degli impianti trasmettenti del cosito.

Figura 5 - Diagramma polare nel caso della verifica di due SRB in cosito sovrapposto a carta tecnica regionale.

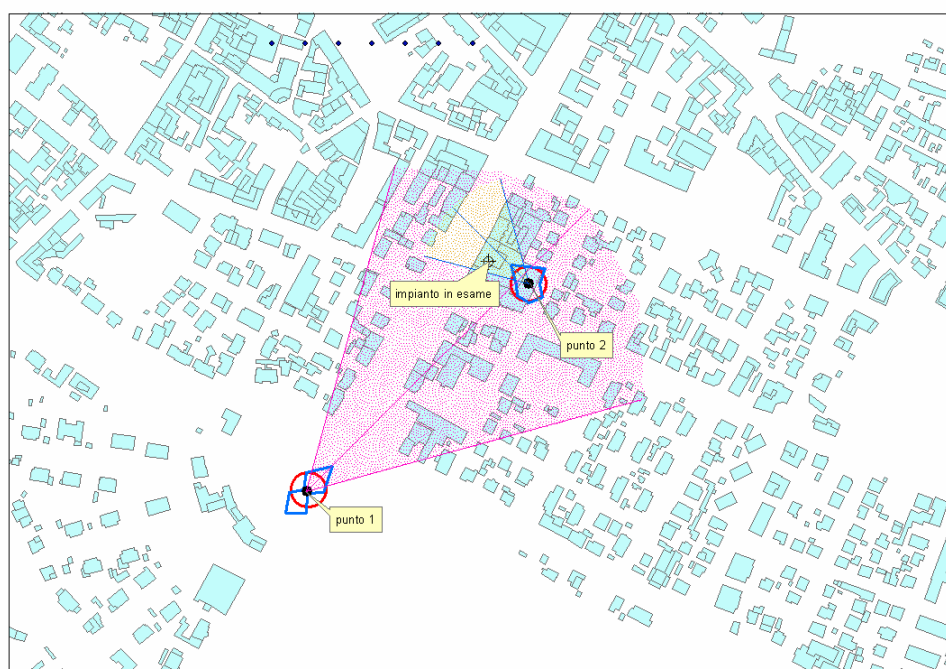


3) RICERCA DELLA COLLOCAZIONE DI UN IMPIANTO RADIO

Un altro problema che l'Agenzia si è trovata a dover risolvere, riguarda la collocazione di un impianto radio attivo ma non censito (103.1 MHz).

Con lo stesso setup sperimentale cui al punto a), sono state effettuate due misure direttive condotte da due punti appositamente scelti, sufficientemente distanti e tali da fornire segnali apprezzabili sulla frequenza di interesse come indicato in fig. 6. E' stato effettuato prima il punto 1 allo scopo di individuare una prima area di ricerca abbastanza estesa. L'indagine è poi stata raffinata mediante il punto 2 che ha permesso di restringere la zona di indagine. per il sito sconosciuto. I coni di ricerca rappresentati sono stati valutati con un'apertura pari alla HPBW. A seguito di sopralluogo sul sito individuato, l'impianto radio è stato effettivamente trovato ove indicato dall'intersezione dei due coni illustrati in fig. 6. Naturalmente, per ottenere una maggiore precisione del metodo, è possibile incrementare il numero di misure di questo tipo.

Figura 6 - Diagrammi polari (in blu) e loro valore medio (in rosso) sovrapposti a cartografia eseguiti nei punti 1 e 2 con rappresentazione dei coni di ricerca dell'impianto radio.



D) CONCLUSIONI

Il metodo presentato sfrutta le proprietà spazialmente discriminanti di un'antenna direttiva. Si propone come una tecnica utilizzabile al fine della verifica dello stato di attivazione di un impianto di radiodiffusione non facilmente raggiungibile e di una stazione UMTS in contesto urbano senza l'ausilio di un analizzatore vettoriale. Il metodo è stato inoltre sfruttato per determinare la collocazione di un impianto radio non censito.

L'accuratezza del risultato è legata alla direttività dell'antenna utilizzata; tuttavia, trattandosi di un'indagine qualitativa, l'applicazione del metodo descritto permette risultati discreti anche ai limiti delle frequenze di utilizzo dell'antenna ricevente.

E) RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

- [1]. Paraboni A., *Antenne*. Mc Graw Hill Libri Italia srl (1999).
- [2]. Kraus J. D., Marhefka R. J., *Antennas for all applications*. Mc. Graw Hill 3rd Edition (2002).
- [3]. Redl S. H., Weber M. K., Oliphant M. W., *An introduction to GSM*. Artech House INC. (1995).
- [4]. Holma H., Toskala A., *WCDMA for UMTS – radio access for third generation mobile communications*. John Wiley & Sons, 2nd Edition (2002).
- [5]. Buscaglia F, Gianola P., *Measurement techniques for UMTS signals radiated by radio base stations*. Rad. Prot. Dos. 97, No 4, 383 – 386 (2001).
- [6]. CEI 211-10. *Guida alla realizzazione di una Stazione Radio Base per rispettare i limiti di esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza*. Appendice h. (2002-04).
- [7]. Liguori L., Del Frate S., *UMTS – Procedure sperimentali di misura*. Atti del Convegno Nazionale – *Dal Monitoraggio degli agenti fisici sul territorio alla valutazione dell'esposizione ambientale*, 29-31 Ottobre 2003, Villa Gualino, Torino.
- [8]. SW3000, *Software per l'esecuzione di misure selettive di campi elettromagnetici in banda stretta per analizzatori di spettro Agilent® ESA e WillTek® 910x*, Clampco Sistemi S.p.A.