

Anno LXII
Numero 2
Agosto 2013

Elettronica e telecomunicazioni



Centro Ricerche e
Innovazione Tecnologica



Editoriale

***LTE e impianti di ricezione TV:
Stima dell'interferenza generata al centralino d'antenna
Possibili tecniche di mitigazione delle interferenze***



San Benedetto del Tronto

Ricevitori Multimodali

Elettronica e telecomunicazioni

LA RIVISTA È DISPONIBILE SU WEB
ALLA URL WWW.CRIT.RAI.IT/ELETEL.HTM

Anno LXII
N° 2
Agosto 2013

Rivista
quadrimestrale
a cura della Rai

Direttore
responsabile
Gianfranco Barbieri

Comitato
direttivo
Gino Alberico
Marzio Barbero
Mario Cominetti
Giorgio Dimino
Alberto Morello
Mario Stroppiana

Redazione
Marzio Barbero
Gemma Bonino

Editoriale 5
di Gianfranco Barbieri

LTE e impianti di ricezione TV:
Stima dell'interferenza generata al centralino d'antenna 7
di Assunta De Vita, Davide Milanesio, Bruno Sacco e Aldo Scotti

LTE e impianti di ricezione TV:
Possibili tecniche di mitigazione delle interferenze 20
di Assunta De Vita, Davide Milanesio, Bruno Sacco e Aldo Scotti

Ricevitori Multimodali 31
di P.V Giudici e A Magenta

Premio Best Practices per l'Innovazione 36

EuroiTV 2013 37

Indice

Editoriale

Gianfranco **Barbieri**
Direttore di
"Elettronica e Telecomunicazioni"

Nel precedente numero di questa rivista (Aprile 2013) abbiamo anticipato il tema delle bande di frequenza assegnate ai nuovi standard di telefonia mobile cellulare, con particolare riferimento ai problemi di convivenza con i servizi televisivi. La più recente evoluzione degli standards di telefonia mobile cellulare GSM/UMTS e TD-SCDMA nota come *Long Term Evolution* (LTE) il cui obiettivo è quello di promuovere l'uso della banda larga in mobilità, sfruttando l'esperienza e gli investimenti effettuati per le reti 3G e anticipando i tempi rispetto alla disponibilità degli standard di quarta generazione 4G. LTE può funzionare su diverse bande di frequenza: con particolare attenzione (e preoccupazione per radiodiffusori e utenti) va presa in considerazione la gamma degli 800 MHz, tradizionalmente utilizzata per la distribuzione dei programmi televisivi: il 1° gennaio 2013 è avvenuta la migrazione dei canali digitali dal 61 al 69, corrispondenti alle frequenze tra 794 MHz e 858 MHz.

La coesistenza di servizi broadcast e cellulari all'interno della banda UHF, potrà determinare problemi alla ricezione dei segnali televisivi. I problemi maggiori potranno riscontrarsi negli impianti di ricezione con amplificazione a larga banda, ove c'è il rischio

di saturazione dell'amplificatore del centralino a causa del livello molto alto dei segnali LTE al suo ingresso. Tali effetti si manifesteranno gradualmente, a seguito della progressiva attivazione delle celle sul territorio nazionale e saranno verisimilmente intermittenti e non continuativi; questo comportamento rischierà di portare ad una sottovalutazione del fenomeno, poiché l'interferenza da LTE potrebbe essere scambiata dagli utenti con altri generici problemi di ricezione del segnale DTT.

Nella maggior parte dei casi l'inserzione di un apposito filtro potrebbe risultare soddisfacente; si potranno, tuttavia, verificare situazioni particolarmente critiche, soprattutto se l'impianto centralizzato è ubicato in prossimità della Stazione Radio Base

Abbiamo ritenuto utile dedicare in questo numero della rivista ampio spazio alla disamina della suddetta problematica, per informare i lettori sui riflessi che ne potranno derivare nei loro impianti centralizzati e sulle possibili misure da intraprendere per mitigarne le conseguenze.

LTE e impianti di ricezione TV:

Stima dell'interferenza generata al centralino d'antenna

Assunta **De Vita**, Davide **Milanesio**, Bruno **Sacco**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

Aldo **Scotti**
RaiWay - Innovazione Sperimentazione Certificazione Radioelettrica

Gli acronimi e le sigle si riferiscono ai due articoli che seguono.
In terza colonna è indicato il riferimento al primo o al secondo articolo.

Acronimi e sigle		
4G	4th Generation	
AWG	Arbitrary Waveform Generator	2
BS	Base Station	1-2
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano	1-2
CEPT	Conférence Européenne des Postes et des Télécommunications	1
DTT	Digital Terrestrial Television	1-2
DVB	Digital Video Broadcasting	1-2
EPT	Effective Protection Target	1
ERP	Effective radiated power	1
ITU	International Telecommunications Union	1-2
KML	Keyhole Markup Language	1
LTE	Long Term Evolution	1-2
QEF	Quasi Error Free	1
QoS	Quality of Service	1
RLP	Reception Location Probability	1
SAW	Surface Acoustic Wave	2
SEAMCAT	Spectrum Engineering Advanced Monte Carlo Analysis Tool	1
TVWS	TV White Space	1
UHF	Ultra High Frequency	1-2
WRC	World Radiocommunication Conference	1-2

1. INTRODUZIONE

La crescente richiesta di servizi a banda larga ha portato la Conferenza Mondiale sulle Radiocomunicazioni (WRC-07) ad allocare nella regione 1 dell'ITU, che include l'Europa, una porzione dello spettro nella banda UHF, tra 790 e 862 MHz, su base co-primaria al broadcasting e ai servizi di telefonia mobile. L'Unione Europea ha deciso di armonizzare questa "banda 800 MHz" (il cosiddetto Dividendo Digitale) a favore dei servizi a standard LTE a partire dal 1 Gennaio 2013. Tali frequenze sono state assegnate anche in Italia mediante gara pubblica ai tre operatori di telefonia mobile Wind, Tim e Vodafone (figura 1).

La situazione rappresentata nella figura 1 non è definitiva: infatti, la più recente WRC-12 ha stabilito di allocare su base co-primaria anche la cosiddetta "banda 700 MHz" (indicativamente da 694 a 790 MHz, figura 2), con effetto a partire dal termine della conferenza WRC-15, che dovrà indicarne il limite inferiore in frequenza e fissare i criteri di coesistenza e compatibilità dei servizi broadcast e di telefonia mobile.

La presenza di segnali LTE a 800 MHz, all'interno della banda UHF tradizionalmente utilizzata per la distribuzione dei segnali televisivi, può in alcuni casi causare problemi interferenziali. In particolare, nel caso di impianti di ricezione TV con amplificazione a larga banda, molto diffusi in Italia, l'elevato livello dei segnali d'ingresso potrebbe portare alla saturazione dell'amplificatore, con generazione di prodotti di intermodulazione e conseguenti disturbi su tutti i canali televisivi.

L'articolo riporta i risultati di simulazioni estensive, effettuate in uno scenario reale (San Benedetto del Tronto) e basate sui corretti criteri di valutazione indicati dalla normativa internazionale (ITU-R), allo scopo di stimare l'effetto dell'interferenza dovuta all'intermodulazione generata nel centralino sull'area di copertura dei segnali DTT.

I risultati hanno mostrato che l'installazione a monte dell'amplificatore di un buon "filtro LTE" costituisce una tecnica di mitigazione efficace nella maggior parte dei casi; tuttavia esistono aree residue in prossimità delle Base Station in cui potrebbe essere necessario adottare ulteriori accorgimenti.

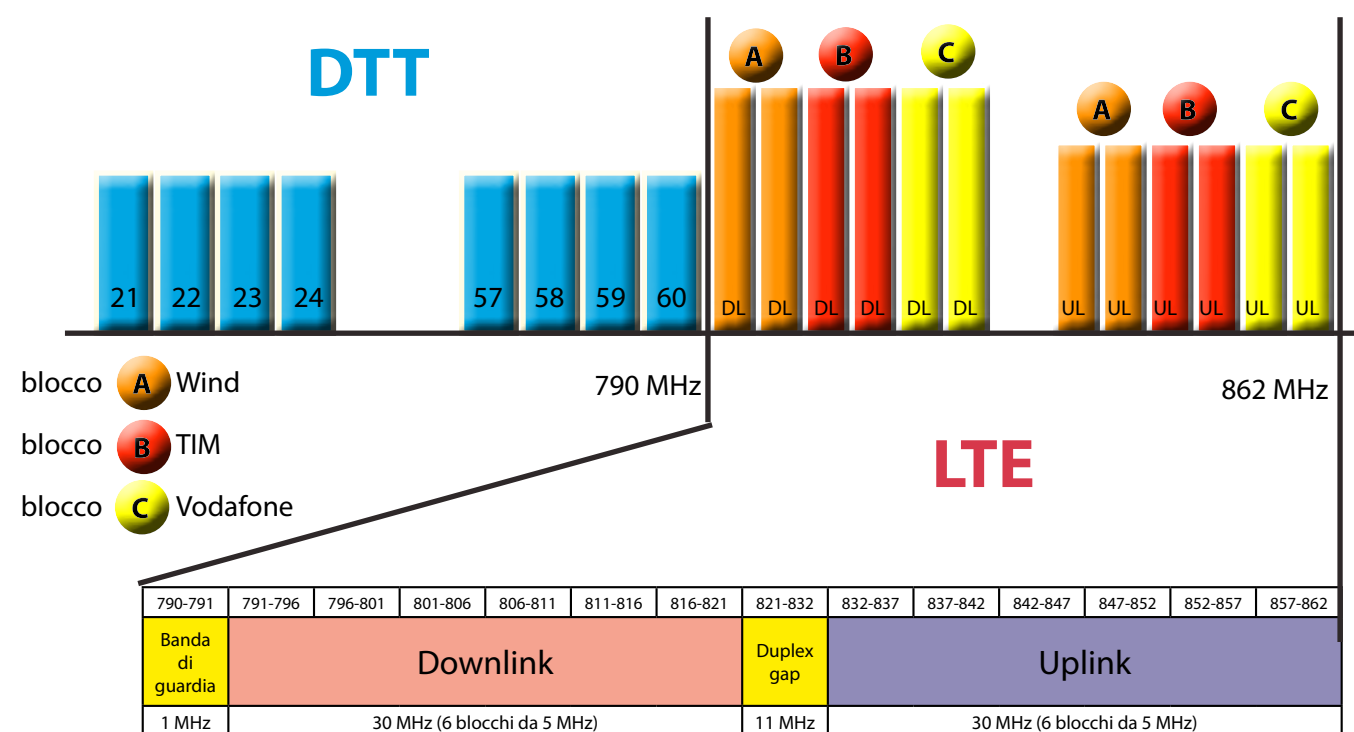


Fig. 1 - Suddivisione della banda UHF per servizi broadcast e di telefonia mobile a standard LTE.

A tal proposito, l'ITU e l'Unione Europea, così come i singoli stati membri, hanno avviato questionari e consultazioni per individuare in modo più preciso le esigenze di spettro dei vari servizi, ed una posizione verrà presa dopo il 2015: c'è la consapevolezza dell'importanza che ha oggi la banda 700 MHz per il broadcasting, e non sarà facile trovare un soluzione armonizzata. Non è escluso che alcuni di questi canali possano essere utilizzati per tecnologie di tipo TVWS in quanto, in determinate aree, solo un sottoinsieme dello spettro disponibile ai servizi broadcast viene effettivamente usato: secondo questo

scenario, le porzioni libere dello spettro possono essere usate da altri sistemi a bassa potenza su base opportunistica.

2. PROBLEMATICHE DI COESISTENZA DI SERVIZI BROADCAST E LTE NELLA BANDA UHF

La coesistenza in bande di frequenza contigue di servizi broadcast e cellulari, all'interno della banda UHF tradizionalmente utilizzata per la distribuzione TV, può in alcuni casi determinare problemi alla ricezione dei segnali televisivi.

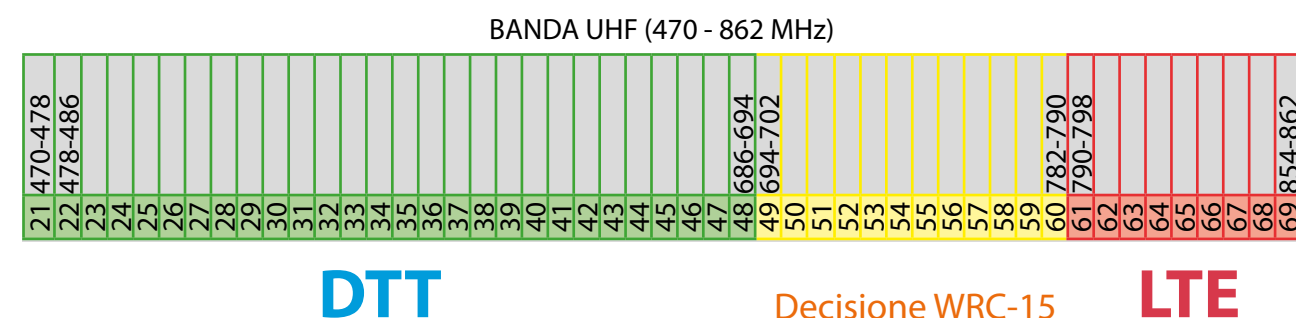


Fig. 2 - Futura allocazione dei servizi nella banda UHF.

Le zone più critiche sono le fasce periferiche all'interno dell'area di copertura dei trasmettitori DTT, se una Base Station LTE operante nella banda a 800 MHz è installata a breve distanza (figura 3).

Infatti, gli esistenti amplificatori di testa degli impianti riceventi TV o gli stessi apparecchi televisivi sono stati progettati per funzionare sull'intera banda UHF, ricevendo così il segnale LTE emesso dalle BS o dai terminali d'utente, con potenza che, in alcune situazioni, può essere superiore a quella dei segnali DTT.

I fenomeni principali che si possono verificare sono:

- **interferenza da canale adiacente**, con effetti soprattutto sul canale 60;
- **saturazione dell'amplificatore di testa**, con conseguenti disturbi su tutti i canali della banda UHF.

Il secondo fenomeno è il più critico, e si manifesta nel caso di ricezione mediante impianti centralizzati d'antenna o, comunque, in generale di tutti gli impianti riceventi che includono amplificatori a larga banda. Questi impianti, molto diffusi soprattutto in Italia, sono generalmente utilizzati per servire gruppi di utenti, ad esempio residenti in un condominio, attraverso una opportuna rete di distribuzione del segnale. Gli amplificatori delle centraline hanno lo scopo di amplificare il segnale TV ricevuto tramite l'antenna ad un livello sufficiente per potere essere distribuito e correttamente ricevuto da ogni singolo apparecchio televisivo collegato, compensando l'attenuazione introdotta dalla rete di distribuzione. Poiché i segnali LTE a 800 MHz rientrano nella banda di progetto degli amplificatori esistenti, essi sono ricevuti e amplificati dalla centralina insieme ai segnali TV: un elevato livello di questi segnali LTE può quindi fare superare il livello

d'uscita nominale dell'amplificatore, causando fenomeni di intermodulazione o saturazione. Gli effetti di questi disturbi possono presentarsi su tutti i canali televisivi, in funzione del loro livello, della distanza dalla Base Station e dell'entità del traffico dati generato dagli utenti connessi alla cella LTE in quel momento.

Il tema è già stato trattato in un precedente numero di Elettronica e Telecomunicazioni [1], in cui veniva descritto il modello matematico di un amplificatore per impianti centralizzati d'antenna ed erano mostrati i risultati delle prime simulazioni e di misure di laboratorio.

Nel presente articolo vengono riportati i risultati di simulazioni più estensive, relative a uno scenario reale (San Benedetto del Tronto), tese a valutare l'interferenza dovuta all'intermodulazione generata nel centralino e l'efficacia dell'uso di "filtri LTE" come tecnica di mitigazione.

Fig. 3 - Impianti riceventi DTT in prossimità di una Base Station LTE.

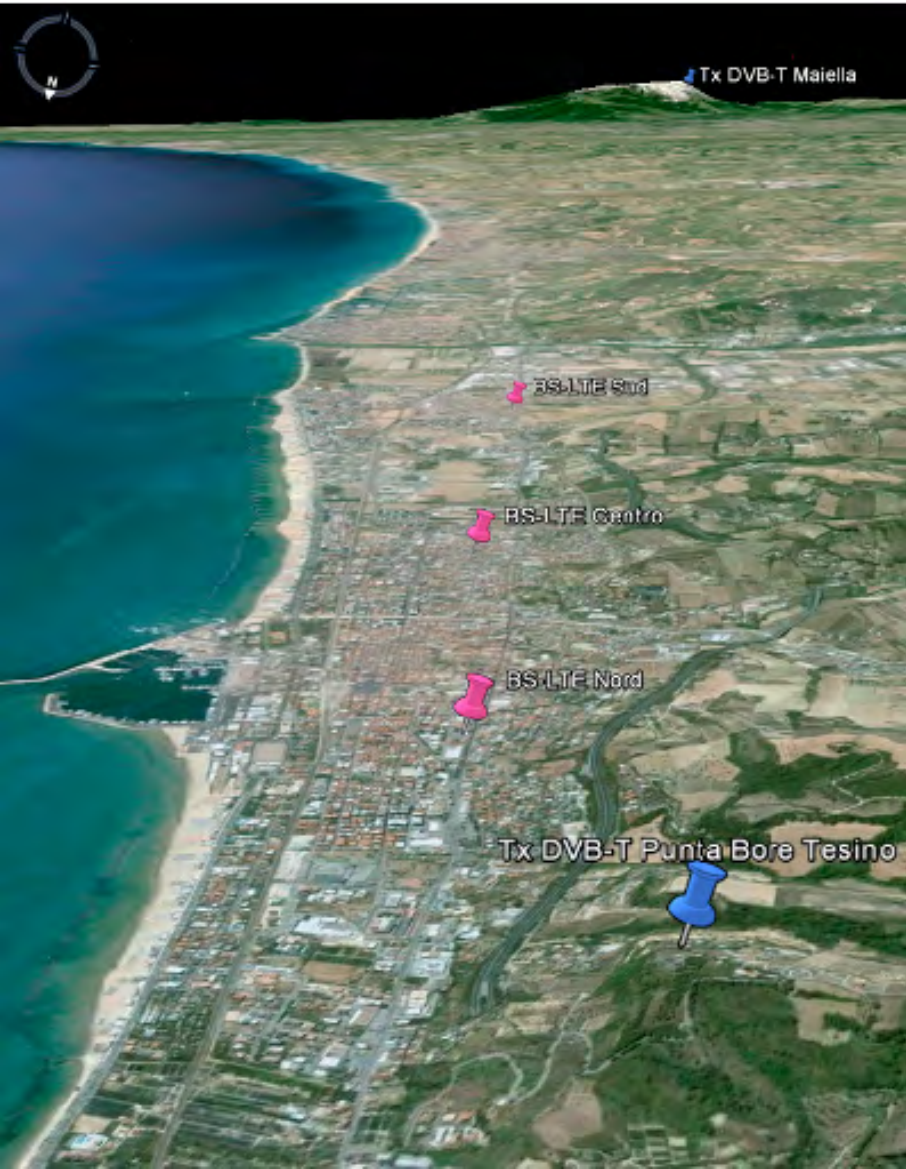


In un ulteriore articolo pubblicato su questo stesso numero vengono inoltre forniti suggerimenti e indicazioni per la messa in opera sull'impianto ricevente di tecniche per la mitigazione delle interferenze [2].

3. SIMULAZIONI IN UNO SCENARIO REALE

3.1 LO SCENARIO INTERFERENZIALE

L'area geografica scelta per le simulazioni è la città di San Benedetto del Tronto, ritenuta uno scenario ideale per una sperimentazione sulla coesistenza dei servizi TV e LTE nella banda UHF. Infatti, parte dei segnali DTT sono ricevuti con livello piuttosto basso (l'impianto trasmettente è situato a circa 90 km), mentre gli altri segnali sono ricevuti dalla direzione opposta, rendendo necessario dotare gli impianti di due antenne UHF opportunamente miscelate. La stessa area è stata scelta dal Ministero dello Sviluppo Economico per una sperimentazione preliminare, della durata di un numero limitato di ore, effettuata nel periodo giugno-luglio 2012 in collaborazione con un operatore di telefonia mobile.



3.1.1 TRASMETTITORI DVB-T

Come accennato, il servizio televisivo DVB-T è garantito da due siti trasmettenti: il primo è Punta Bore Tesino, situato su un rilievo a Nord-Ovest contiguo all'abitato; il secondo è nel comprensorio della Maiella, a circa 90 km di distanza dalla città, in direzione Sud-SudEst (in blu in figura 4).

Quindi, salvo casi particolari, si può assumere che gli impianti d'utente siano abbastanza omogenei, e costituiti da due antenne distinte, ciascuna orientata nella direzione e sulla polarizzazione opportuna, un combinatore e un amplificatore a larga banda^{Nota 1}.

Fig. 4 - Posizione dei siti trasmettenti DVB-T e delle Base Station LTE secondo lo scenario simulato nell'area di San Benedetto del Tronto.

Nota 1 - Nella zona Nord della città questo schema potrebbe avere delle eccezioni, in quanto i segnali provenienti da uno dei due siti vengono ad essere molto più elevati degli altri: qui l'antennista, ad esempio, potrebbe avere deciso di amplificare solo questi ultimi e sommare i primi.

Nella fase preparatoria di queste simulazioni sono stati raccolti i dati disponibili (coordinate geografiche, canali, ERP, polarizzazione) relativi a tali trasmettitori. Per reperire i dati mancanti (ERP di alcune emittenti minori) e verificare i dati disponibili, è stata effettuata una campagna preliminare di misure sul campo da parte di RaiWay, che ha permesso di raccogliere i valori effettivi di campo elettromagnetico ricevuto (e contestualmente azimuth e polarizzazione), acquisendo inoltre elementi diretti sulla tipologia di antenne d'utente^{Nota 2}.

La tabella 1 riporta l'elenco dei canali ricevibili, con le indicazioni relative a sito trasmettente e polarizzazione.

Come si può osservare, i canali DVB-T ricevibili nella zona di San Benedetto del Tronto sono in totale trenta.

3.1.2 BASE STATION LTE

Sono stati considerati tre siti LTE, denominati "BS-LTE Nord", "BS-LTE Centro" e "BS-LTE Sud" (in rosa in figura 4). La tabella 2 riporta i parametri salienti degli impianti LTE in accordo con il documento 6A/166 dell'ITU [3]. Ai fini della valutazione dell'interferenza verso il servizio televisivo si deve tenere conto di un'attenuazione di 3 dB tra la polarizzazione del segnale LTE ($\pm 45^\circ$) e quella dei segnali televisivi (H o V).

Nelle simulazioni sono stati considerati segnali LTE nella condizione di 100% di traffico trasportato. Va osservato che, nelle condizioni reali di esercizio, la potenza emessa dalle BS LTE non è costante, ma variabile nel tempo in funzione del traffico istantaneo generato dagli utenti nella cella; tuttavia, riteniamo che il metodo adottato sia l'unico che permetta di valutare in modo corretto l'entità dell'interferenza, poiché un disturbo intermittente o saltuario pregiudica comunque la Qualità del Servizio (QoS) definita in sede di pianificazione della rete DTT, ed è quindi non accettabile^{Nota 3}.

Canale	Emittente	Sito	Polarizzazione
21	Tele Mare	Maiella	H
22	RTM	Punta Bore Tesino	V
23	ATV7	Maiella	H
26	MUX-3 RAI	Punta Bore Tesino	V
27	TIVU Italia	Maiella	H
28	TVQ	Maiella	H
29	TRSP	Maiella	H
30	MUX-2 RAI	Punta Bore Tesino	V
31	7-Gold	Punta Bore Tesino	V
32	MUX-1 RAI	Punta Bore Tesino	V
33	eTV Marche	Punta Bore Tesino	V
35	Vera TV	Punta Bore Tesino	V
36	MEDIASET-2	Maiella	H
38	n.i.	Maiella	H
39	TV Centro Marche	Punta Bore Tesino	V
40	MUX-4 RAI	Punta Bore Tesino	V
41	TELE A	Maiella	H
42	Rete A MUX-2	Maiella	H
43	TVRS	Punta Bore Tesino	V
44	Rete A MUX-1	Maiella	H
45	RETE 8	Maiella	H
46	Antenna 10	Maiella	H
47	TIMB-1	Punta Bore Tesino	V
48	TIMB-3	Punta Bore Tesino	V
49	MEDIASET-4	Maiella	H
50	D-Free	Maiella	H
51	TELEMAX	Maiella	H
52	MEDIASET-1	Maiella	H
56	MEDIASET-5	Maiella	H
60	TIMB-2	Punta Bore Tesino	V

Tab. 1 - Canali DVB-T a San Benedetto del Tronto.

Nota 2 - Dati rilevati nel mese di settembre 2012.

Nota 3 - La condizione di ricezione QEF è rispettata se si verifica al più un errore visibile sullo schermo per ogni ora di trasmissione.

È stato considerato sia il caso di un solo operatore LTE attivo che il caso di tre operatori contemporaneamente attivi. In quest'ultimo caso, si è ipotizzata la condivisione dei siti LTE da parte dei tre operatori telefonici (caso più critico): nella realtà il "co-siting", che ha il vantaggio di ridurre i costi dell'infrastruttura, sarà possibile soltanto ove non vengano superati i limiti di legge sulle emissioni elettromagnetiche.

3.2 IL SOFTWARE DI SIMULAZIONE

L'analisi interferenziale si è basata su simulazioni; esse sono state effettuate mediante l'impiego di un software di simulazione per lo studio radioelettrico e un modulo software che valuta il comportamento non lineare dell'amplificatore a larga banda. I risultati sono rappresentati in forma grafica su una mappa.

Il set-up di simulazione è illustrato in figura 5.

Sito LTE	LTE Nord	LTE Centro	LTE Sud
Altezza antenna [m]	30	20	20
Potenza min/max [dBm]	33,5/45	33,5/45	33,5/45
Guadagno antenna [dB]	15	15	15
ERP min/max [dBm]	48,5/60	48,5/60	48,5/60

Tab. 2 - Base Station LTE.

3.2.1 SOFTWARE DI SIMULAZIONE RADIOELETTRICA

SEAMCAT^{Nota 4} è uno strumento di simulazione statistica sviluppato dal *Working Group Spectrum Engineering* del CEPT che usa il metodo Monte Carlo per valutare i potenziali effetti interferenziali tra i diversi sistemi di radiocomunicazione terrestri, definire appropriate regole di pianificazione

Nota 4 - <http://www.SEAMCAT.org>.

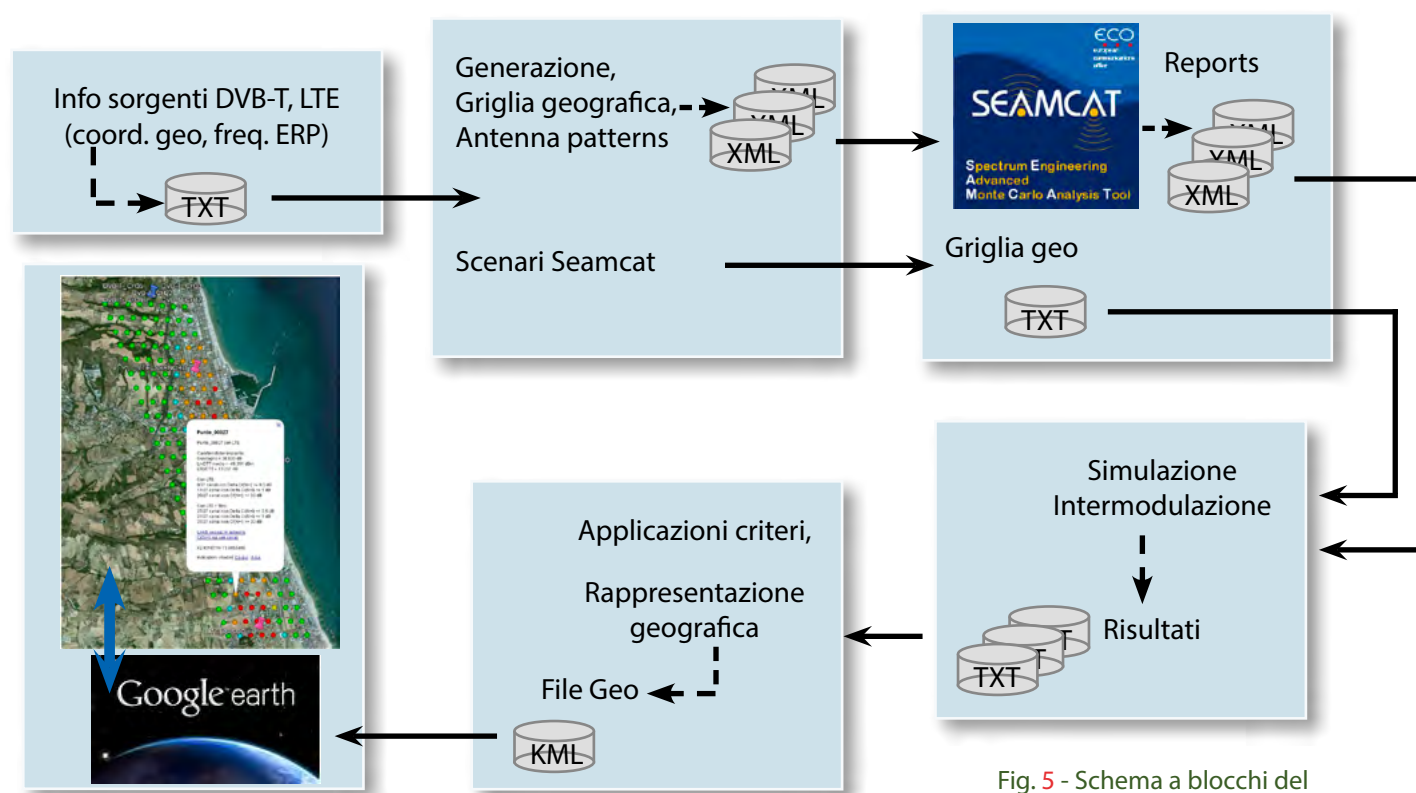


Fig. 5 - Schema a blocchi del software di simulazione.

frequenziali o specificare opportuni limiti per le prestazioni del trasmettitore/ricevitore. Il modello di propagazione Okumura-Hata [4,5], sviluppato per stimare l'attenuazione del segnale radio in ambienti urbani tipici del servizio mobile, è stato scelto come modello di propagazione della tratta LTE Tx - DVB-T Rx.

Per le tratte del DVB-T, si è scelto invece il modello ITU-R P.1546-4 [6] per ambiente urbano e parametrizzato per un'altezza media dell'edificio di circa 12 m.

Si è quindi definito un set di griglie di punti di simulazione sul territorio, e con un modulo software si sono creati gli scenari associati ad ogni singolo punto, in cui ogni coppia di coordinate del ricevitore^{Nota 5} viene ricalcolata, e il diagramma d'antenna del ricevitore viene ricostruito combinando i diagrammi d'antenna singoli, relativi alle due direzioni di puntamento.

Ogni punto geografico (scenario) è stato quindi simulato con il modulo SEAMCAT, ricavando le potenze di ciascun segnale ai morsetti dell'antenna. Questi risultati costituiscono i dati di ingresso al modulo di simulazione dell'intermodulazione, descritto nella sezione seguente.

3.2.2 MODULO DI SIMULAZIONE DELL'INTERMODULAZIONE

Questo secondo modulo implementa le seguenti funzionalità:

1. Estrazione e interpretazione dei risultati forniti dal primo modulo.
2. Regolazione del guadagno dell'amplificatore in funzione del livello dei segnali ricevuti in antenna, per ogni punto simulato (si suppone che l'amplificatore sia stato regolato dall'installatore prima dell'introduzione dei segnali LTE). Il livello d'uscita nominale dell'amplificatore deve essere opportunamente ridotto rispetto al valore di catalogo^{Nota 6}, secondo la formula seguente [7]:

$$\Delta P = 10 \log (n_c - 1)$$

dove n_c è il numero di canali distribuiti.

3. Calcolo analitico, canale per canale, della potenza dei prodotti di intermodulazione generati dall'insieme dei segnali d'ingresso (solo DTT, DTT + LTE, con o senza filtro LTE) [1].
4. Interpretazione dei risultati in funzione di criteri opportunamente fissati (§ 3.3): a ciascun punto è fatto corrispondere un valore riassuntivo su una scala di colori.
5. Generazione di un file in formato KML per la rappresentazione grafica dei risultati mediante Google Earth. I risultati sono presentati sotto forma di punti colorati su una mappa; selezionando uno dei punti si possono inoltre avere informazioni più dettagliate sulle prestazioni in quello specifico impianto.

Il tempo di elaborazione richiesto da questo modulo dipende dal numero di segnali presenti, ma si può stimare nell'ordine di 1 minuto per punto simulato e per scenario.

3.3 CRITERI DI VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI

La protezione del servizio di radiodiffusione da altri servizi, aventi spettro allocato e non, operanti nelle bande di frequenza assegnate in via primaria alla radiodiffusione è oggetto di studio a livello internazionale da parte dell'ITU da alcuni anni. I risultati sinora disponibili hanno prodotto una nuova Raccomandazione, la ITU-R BT.1895 [8], che definisce l'entità dell'interferenza che si può ritenere accettabile agli effetti del servizio e la sua eventuale

Nota 5 - In realtà il simulatore SEAMCAT utilizza un sistema di riferimento multiplo in cui la posizione del ricevitore interferito (nel caso specifico DVB-T) è riferita a quella del relativo trasmettitore, e la posizione di ciascun trasmettitore interferente è riferita a sua volta a quella del ricevitore interferito.

Nota 6 - Il caso di amplificatore regolato ad un valore di guadagno inferiore rispetto al livello nominale è trattato in [2].

quantificazione una volta accertato che questa non sia trascurabile.

Il criterio base dice che l'interferenza totale prodotta da tutte le nuove sorgenti non deve superare una determinata percentuale della potenza di rumore complessiva del sistema. Tale criterio, detto dell'I/N, richiede che l'interferenza, nella globalità delle nuove sorgenti, non ecceda il 10% della potenza di rumore complessiva al ricevitore^{Nota 7}.

I risultati delle simulazioni sono stati quindi interpretati sulla base di questa Raccomandazione e raffigurati su una mappa secondo una scala di colori (tabella 3): i punti di colore **verde**, che rispettano tale raccomandazione, sono considerati non critici: in questi punti si presume che l'intervento sull'impianto non sia necessario; i punti di colore **giallo** presentano un certo degradamento su alcuni dei canali: in questi punti, in funzione del margine di ricezione originario, una verifica da parte dell'installatore è auspicabile; i punti di colore **rosso** sono quelli più critici, poiché su oltre il 10% dei canali il degradamento del segnale è tale da non garantirne statisticamente la ricezione: in questi punti l'adozione di opportune tecniche di mitigazione sull'impianto è necessaria^{Nota 8}.

Nei casi in cui non è soddisfatto il criterio definito in precedenza, si attivano criteri aggiuntivi della quantificazione dell'impatto dell'interferenza.

Tra le metodologie possibili vi sono quelle che valutano il degrado del C/N oppure che considerano il degrado della RLP, che rappresenta la percentuale di punti geografici entro un'area di 100 m x 100 m dove il segnale desiderato è sufficientemente elevato rispetto al rumore e all'interferenza per una data percentuale di tempo e tenendo conto delle variazioni statistiche spaziali e temporali dei campi^{Nota 12} [9]: nel caso specifico, si valuta l'interferenza tenendo conto

del contributo di intermodulazione che si somma al rumore termico all'interno dei canali ricevuti in ogni punto di valutazione sia prima ("before") che dopo ("after") l'attivazione dei segnali disturbanti oggetto di indagine.

Nel calcolo della RLP bisogna tener conto, per ciascun canale DVB-T, di diversi fattori quali il tipo di modulazione, il code rate, il C/N e l'effetto degli echi attivi di elevata potenza, che nel loro insieme definiscono l'EPT [10].

3.4 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

In ogni scenario simulato, sono state valutate le prestazioni degli impianti in un certo numero di punti geografici disposti su una griglia.

Nota 7 - Questo criterio corrisponde ad un degradamento del C/(N+I) di 0,5 dB rispetto al valore originario.

Nota 8 - Le statistiche, per ogni punto geografico, sono sempre riferite ai soli canali DVB-T considerati ricevibili con margine adeguato in assenza di LTE (per effetto del diverso livello dei segnali ricevuti dai due trasmettitori DVB-T, sui 30 canali complessivi, il numero di canali considerati ricevibili varia lungo l'area di simulazione, da 15 canali nei punti più a nord a 28 canali nei punti più a sud).

Nota 9 - È rispettato il criterio dell'I/N, ovvero l'interferenza, nella globalità delle nuove sorgenti, non eccede il 10% della potenza di rumore complessiva al ricevitore (degradamento del C/(N+I) non superiore a 0,5 dB rispetto al valore originario).

Nota 10 - Margine di ricezione sul C/(N+I) sufficiente su almeno il 90% dei canali DTT ricevibili.

Nota 11 - Margine di ricezione sul C/(N+I) insufficiente su oltre il 10% dei canali DTT ricevibili.

Nota 12 - Le reti DVB-T sono tipicamente pianificate per una RLP del 95%.

Verde	Interferenza trascurabile ^{Nota 9}
Giallo	Possibile degradamento su alcuni canali ^{Nota 10}
Rosso	Degradamento significativo su alcuni (o tutti i) canali ^{Nota 11}

Tab. 3 - Criteri e scala di colori

Il numero totale di punti simulati è di circa 700. È stata dapprima considerata una griglia a maglie più larghe, con distanza tra i punti di circa 250 m e copertura sull'intero territorio di San Benedetto del Tronto e zone limitrofe; successivamente è stata approfondita l'analisi della zona centrale della mappa, attorno alla Base Station "LTE Centro", con griglie più fitte (distanza tra i punti di circa 80 m e 10 m rispettivamente).

Gli scenari considerati sono i seguenti:

- Celle LTE attive soltanto sul Blocco B (una sola cella o tre celle);
- Celle LTE attive su un altro Blocco (A o C);
- Utilizzo dell'intero spettro LTE downlink: celle LTE attive sui tre blocchi (A, B e C) contemporaneamente (siti condivisi tra i tre operatori LTE).

Tutti gli scenari sono stati considerati nel caso sia di assenza che di presenza di un filtro LTE^{Nota 13} in accordo con le specifiche definite dalle Guida CEI 100-7 [7] installato sull'impianto.

Dal confronto dei risultati ottenuti nei vari casi è emerso che:

- Nel caso di un solo blocco LTE attivo, le simulazioni con segnale LTE sul Blocco A evidenziano un aumento dell'interferenza rispetto al segnale sul Blocco B o sul Blocco C. Il motivo è dovuto al fatto che i prodotti d'intermodulazione del 3° ordine tra 3 delle portanti appartenenti ai segnali LTE, che nelle vicinanze delle Base Station hanno potenza maggiore rispetto ai segnali DVB-T, cadono ad una distanza in frequenza entro 10 MHz rispetto agli estremi della banda del segnale LTE: mentre nel caso del Blocco B questi prodotti cadrebbero nella stessa banda LTE, senza interferire sui canali TV (interferiti soltanto dai prodotti d'intermodulazione "misti" tra portanti DVB-T e portanti LTE), nel caso del Blocco A cadono anche sui canali 60 e (parzialmente) 59, contribuendo in modo determinante al degradamento del C/(N+I).
- La combinazione dei tre blocchi LTE (A, B e C) è naturalmente il caso più critico. Gli effetti

dell'interferenza si possono rilevare fino ad oltre 1 km di distanza dalla BS.

- L'inserimento di un buon filtro LTE all'ingresso dell'amplificatore dell'impianto d'antenna permette di ridurre notevolmente l'interferenza, anche se, in presenza dei tre blocchi LTE, esiste un'area residua nell'intorno della BS, entro circa 60÷80 m di distanza nella direzione di puntamento delle antenne riceventi, in cui i criteri sopra descritti non sono soddisfatti.

In figura 6 sono riportati i risultati relativi al caso di tre blocchi LTE attivi. Nell'immagine principale, relativa alla situazione in assenza di filtri LTE sull'impianto ricevente, la distanza tra i punti è di circa 250 m. Nei riquadri è mostrato un dettaglio dell'area circostante la cella "BS-LTE Centro" (distanza tra i punti di circa 10 m), in assenza (in alto) e in presenza (in basso) del filtro LTE.

In alcuni punti significativi è stato effettuato il calcolo dettagliato del degradamento del C/(N+I) e della RLP canale per canale.

Un esempio è riportato in Appendice A, da cui risulta che, nelle vicinanze della BS, in presenza dei tre blocchi LTE la riduzione della RLP è significativa su tutti i canali DVB-T.

3.5 VERIFICHE IN CAMPO

Un confronto dei risultati delle simulazioni con misure in campo rappresentative, effettuate nelle stesse condizioni (tre operatori attivi e celle a pieno carico), non è ad oggi agevole. Infatti, in questa fase, le reti LTE a 800 MHz sono ancora in corso di progressiva installazione e attivazione, con stato di avanzamento diverso per i vari operatori; inoltre, in assenza di traffico significativo generato dagli utenti, la potenza emessa dalle Base Station è al momento notevolmente inferiore al valore massimo. Per queste ragioni, non è quindi ancora possibile riscontrare problematiche della stessa entità in un ambiente reale.

Nota 13 - Nel modello simulativo utilizzato, la curva livello-frequenza del filtro è stata rappresentata per punti, indicando l'attenuazione introdotta su ciascuno dei segnali ricevuti. Tali attenuazioni sono conformi alla maschera CEI.



Fig. 6 - Risultati delle simulazioni nel caso di tre blocchi LTE attivi (A, B e C).

Verde	Interferenza trascurabile
Giallo	Possibile degradamento su alcuni canali
Rosso	Degradamento significativo su alcuni (o tutti i) canali

Tuttavia, un *test bed* completo, realizzato con una configurazione dei segnali coerente con le simulazioni sopra descritte, è stato allestito in Inghilterra (nella città di Tamworth), sotto la supervisione di Ofcom, fornendo risultati in buon accordo con quanto ricavato per via simulativa [11].

3.6 INTERVENTI SUGLI IMPIANTI RICEVENTI PER LA MITIGAZIONE DELLE INTERFERENZE

Come si evince dalle simulazioni, in presenza di interferenza dovuta ai segnali LTE, al fine di ridurre i disturbi agli apparati televisivi si possono attuare alcuni provvedimenti, di seguito elencati, eventualmente applicabili anche in combinazione tra loro:

- verifica della necessità di introdurre opportuni filtri fra l'antenna e l'entrata del primo amplificatore a larga banda del terminale di testa per ridurre il livello dei segnali LTE BS ricevuti dall'antenna televisiva;
- riduzione del guadagno dell'amplificatore, al fine di diminuire il livello dei prodotti d'intermodulazione, ricordando che, per ogni dB di riduzione del guadagno, si riduce di 3 dB il livello dei prodotti di intermodulazione (il C/I varia di 2 dB/dB);
- sostituzione del centralino a larga banda con un centralino canalizzato, basato cioè su filtri di canale, soprattutto per i canali prossimi al servizio LTE.
- spostamento o diverso orientamento dell'antenna ricevente in modo da minimizzare il segnale ricevuto dal servizio LTE, sfruttando, quando è possibile, l'attenuazione introdotta dal diagramma di direttività dell'antenna televisiva stessa;

Una descrizione più approfondita delle suddette tecniche di mitigazione è riportata in [2].

4. CONCLUSIONI

La coesistenza di servizi broadcast e cellulari all'interno della banda UHF, tradizionalmente utilizzata per la distribuzione TV, potrà determinare problemi alla ricezione dei segnali televisivi in particolare modo in prossimità delle stazioni LTE.

Simulazioni estensive, effettuate in uno scenario reale e basate sui corretti criteri di valutazione indicati dalla normativa internazionale (ITU-R), hanno permesso di stimare l'effetto dell'interferenza dovuta all'intermodulazione generata nel centralino dell'impianto d'antenna sull'area di copertura dei segnali DTT.

Da queste analisi emerge che l'impatto dei segnali LTE in banda 800 MHz sugli attuali impianti centralizzati d'antenna potrà essere piuttosto esteso: tali effetti si manifesteranno gradualmente, a seguito dell'attivazione delle celle sul territorio nazionale da parte degli operatori assegnatari (fino al completo utilizzo dei 3 blocchi LTE) e dell'aumento del traffico generato dagli utenti. In molti casi gli effetti sui segnali televisivi saranno intermittenti e non continuativi.

Questo comportamento, se da un lato rappresenta un vantaggio poiché scongiurerà un black-out del segnale televisivo improvviso e diffuso, dall'altro lato può portare a sottovalutare il fenomeno, poiché l'interferenza da LTE potrebbe essere scambiata dagli utenti con altri generici problemi di ricezione del segnale DTT, causando un disservizio sia per gli utenti stessi che per gli operatori televisivi, che vedrebbero ridursi l'area di copertura del proprio servizio ben al di sotto di quanto pianificato in sede di progetto della rete.

L'utilizzo di un buon "filtro LTE" costituisce una tecnica di mitigazione efficace nella maggior parte dei casi; tuttavia esiste un'area residua in prossimità della Base Station in cui il corretto margine di ricezione sui segnali DTT non è ripristinato: in questi punti è necessario adottare ulteriori tecniche di mitigazione.

APPENDICE A

Per uno dei punti della figura 6 (il punto P1), è mostrato in dettaglio la calcolo del degradamento del C/(N+I) e della RLP, ovvero del mantenimento dell'opportuno margine di ricezione su tutti i canali originariamente ricevibili, in assenza di filtro. Il punto P1 dista circa 250 m dalla "BS-LTE Centro", che si trova nella direzione di puntamento dell'antenna ricevente.

Come descritto nella § 3.3, è necessario valutare i valori di EPT per ognuno dei canali, come riportato nella tabella A.1.

Per ogni canale DVB-T, sono state effettuate le opportune analisi statistiche mediante l'impiego del software di simulazione SEMCAT, tenendo conto delle variazioni spaziali e temporali di tutti i parametri.

La figura A.1 e la tabella A.2 riassumono i risultati nel punto P1 nel caso di tre blocchi LTE attivi (A, B e C). Sono riportati:

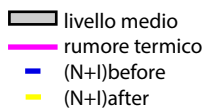
- La potenza di ogni canale DVB-T prima dell'amplificatore (livello medio);
- La potenza ricevuta dei segnali LTE, tenendo presente il diagramma di irradiazione dell'antenna;
- Il rumore termico;
- $(N + N_{int})_{before}$ ossia il contributo del rumore termico e quello di intermodulazione prima dell'attivazione dei segnali LTE;
- $(N + N_{int})_{after}$ ossia il contributo del rumore termico e quello di intermodulazione dopo l'attivazione dei segnali LTE;
- RLP_{before} ossia la "Reception Location Probability" in assenza dei segnali LTE;
- RLP_{after} ossia la "Reception Location Probability" in presenza dei segnali LTE;
- RLP_{loss} ossia il degradamento della RLP ($RLP_{before} - RLP_{after}$).

Come si può vedere, in presenza dei tre blocchi LTE si ha una significativa riduzione della RLP su tutti i canali DVB-T.

Canale	Modulazione	CR	EPT
21	64 QAM	3/4	23,9 dB
22	64 QAM	3/4	23,9 dB
23	64 QAM	5/6	25,4 dB
26	64 QAM	2/3	22,3 dB
27	64 QAM	1/2	19,3 dB
28	64 QAM	2/3	22,3 dB
29	64 QAM	3/4	23,9 dB
30	64 QAM	2/3	22,3 dB
31	64 QAM	3/4	23,9 dB
32	64 QAM	3/4	23,9 dB
33	64 QAM	5/6	25,4 dB
35	64 QAM	2/3	22,3 dB
36	64 QAM	5/6	25,4 dB
38	16 QAM	1/2	14,8 dB
39	64 QAM	2/3	22,3 dB
40	64 QAM	2/3	22,3 dB
41	64 QAM	3/4	23,9 dB
42	64 QAM	5/6	25,4 dB
43	64 QAM	2/3	22,3 dB
44	64 QAM	3/4	23,9 dB
45	64 QAM	3/4	23,9 dB
46	64 QAM	3/4	23,9 dB
47	64 QAM	3/4	23,9 dB
48	64 QAM	3/4	23,9 dB
49	64 QAM	3/4	23,9 dB
50	64 QAM	5/6	25,4 dB
51	64 QAM	1/2	19,3 dB
52	64 QAM	5/6	25,4 dB
56	64 QAM	5/6	25,4 dB
60	64 QAM	3/4	23,9 dB

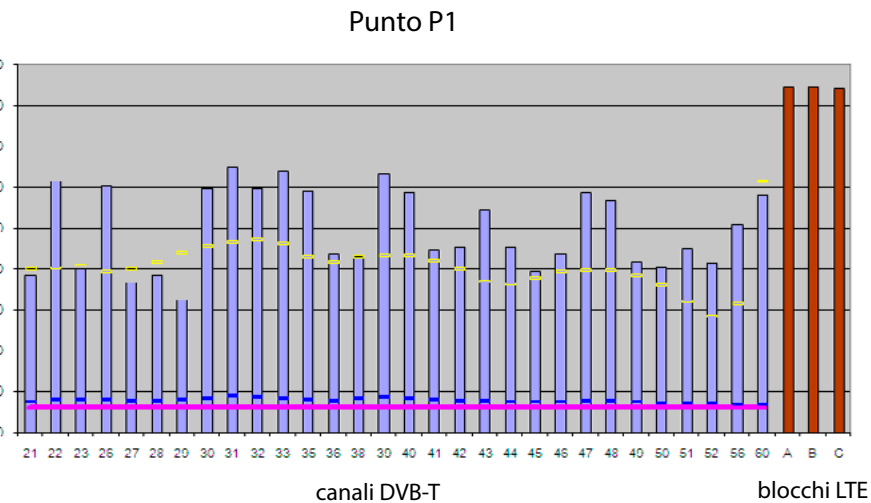
Tab. A.1 - EPT (Effective Protection Target).

Fig. A.1 - Dettaglio dei risultati nel punto P1 nel caso di tre blocchi LTE (A, B e C).



Tab. A.2 - Statistica del degradamento della RLP per il punto P1.

Canale	RLP _{before}	RLP _{after}	RLP _{loss}
21	89%	0%	89%
22	100%	29%	71%
23	86%	0%	86%
26	100%	36%	64%
27	94%	0%	94%
28	93%	0%	93%
29	47%	0%	47%
30	100%	12%	88%
31	100%	16%	84%
32	100%	7%	93%
33	100%	11%	89%
35	100%	17%	83%
36	96%	0%	96%
38	100%	2%	98%
39	100%	30%	70%
40	100%	16%	84%
41	98%	1%	97%
42	99%	1%	98%
43	100%	21%	79%
44	100%	2%	98%
45	91%	1%	90%
46	98%	1%	97%
47	100%	19%	81%
48	100%	14%	86%
49	97%	1%	96%
50	91%	0%	91%
51	100%	19%	81%
52	94%	2%	92%
56	100%	10%	90%
60	100%	1%	99%



BIBLIOGRAFIA

1. D. Milanesio, B. Sacco, V. Sardella: LTE e DTT: Effetti dei segnali per la telefonia mobile di 4a generazione sugli attuali impianti d'antenna televisivi, Elettronica e Telecomunicazioni, n° 3, dicembre 2011, <http://www.crit.rai.it/eletel/2011-3/113-6.pdf>.
2. A. De Vita, D. Milanesio, B. Sacco, A. Scotti: LTE e impianti di ricezione TV: Possibili tecniche di mitigazione delle interferenze, Elettronica e Telecomunicazioni, n° 2, agosto 2013, <http://www.crit.rai.it/eletel/2013-2/132-3.pdf>.
3. ITU Doc. 6A/166, WP5D: Liaison statement to Joint Task Group 4-5-6-7. Sharing parameters for WRC-15 agenda item 1.2.
4. Y. Okumura, E. Ohmohri, T. Kawano and K. Fukada, "Field strength and its variability in VHF and UHF land-mobile radio service," Review of the Electrical Communication Laboratories, vol. 16, no. 9-10, pp. 825-873, settembre 1968.
5. M. Hata, "Empirical formula for propagation loss in land mobile radio services," IEEE Trans. on Vehicular Technology, vol. 29, no. 3, pp. 317-325, agosto 1980.
6. Recommendation ITU-R P.1546-4, "Method for point-to-area predictions for terrestrial services in the frequency range 30 MHz to 3000 MHz," ottobre 2009.
7. CEI 100-7: Guida per l'applicazione delle Norme sugli impianti di ricezione televisiva, febbraio 2013.
8. ITU-R BT.1895: Protection criteria for terrestrial broadcasting systems, maggio 2011.
9. ITU-R BT.2265: Guidelines for the assessment of interference into the broadcasting service, novembre 2012.
10. ITU-R BT.2252: Objective quality coverage assessment of digital terrestrial television broadcasting signals of Systems A and B, agosto 2012.
11. C. Swires: Living with LTE, Broadband Journal of the SCTE, Vol. 35, n° 1, febbraio 2013.

LTE e impianti di ricezione TV:

Possibili tecniche di mitigazione delle interferenze

Assunta **De Vita**, Davide **Milanesio**, Bruno **Sacco**
Rai - Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

Aldo **Scotti**
RaiWay - Innovazione Sperimentazione Certificazione Radioelettrica

1. INTRODUZIONE

A seguito della Conferenza Mondiale sulle Radiocomunicazioni del 2007 (WRC-07), l'Unione Europea ha deciso di assegnare una porzione dello spettro nella banda UHF, tra 790 e 862 MHz, ai servizi di telefonia mobile a standard LTE. La coesistenza in bande di frequenza contigue di servizi broadcast e cellulari, all'interno della banda UHF tradizionalmente utilizzata per la distribuzione TV, può in alcuni casi determinare problemi alla ricezione dei segnali televisivi.

Le zone più critiche sono le fasce periferiche all'interno dell'area di copertura dei trasmettitori DTT, se una Base Station LTE operante nella banda a 800 MHz è installata a breve distanza (figura 1).

Infatti, essendo i componenti degli impianti d'antenna TV e gli stessi apparecchi televisivi progettati per funzionare sull'intera banda UHF, ricevono il segnale LTE emesso dalle Base Station o dai terminali di utente la cui potenza può essere, in alcune situazioni, superiore a quella dei segnali DTT; in alcuni casi, questa eccessiva

La presenza di segnali LTE all'interno della banda UHF tradizionalmente utilizzata per la distribuzione dei segnali televisivi, potrà in alcuni casi portare a situazioni interferenziali. Uno dei problemi maggiori che si sta presentando, nel caso di impianti di ricezione TV con amplificazione a larga banda, molto diffusi in Italia, è la saturazione dell'amplificatore, dovuta all'elevato livello dei segnali d'ingresso con generazione dei prodotti di intermodulazione e conseguenti disturbi su tutti i canali televisivi.

A tale scopo, il presente articolo intende fornire suggerimenti e indicazioni per la messa in opera sull'impianto ricevente di tecniche per la mitigazione delle interferenze.

È posto particolare riguardo all'installazione al centralino d'antenna di un "filtro LTE", di cui il CEI ha specificato le caratteristiche tecniche adeguate all'utilizzo in un "caso tipico", senza tralasciare altre possibili tecniche, quali una riduzione del guadagno dell'amplificatore, la variazione del puntamento o lo spostamento dell'antenna ricevente, l'utilizzo di centralini canalizzati, ecc.

Resta inteso che è fondamentale affidarsi alla professionalità di installatori qualificati, ai quali spetta il compito di individuare caso per caso la soluzione più appropriata, economicamente sostenibile e duratura nel tempo.



Fig. 1 - Impianti riceventi DTT in prossimità di una Base Station LTE.

potenza interferente ricevuta potrebbe causare la saturazione dell'amplificatore di testa, con conseguenti disturbi su tutti i canali TV. Analogamente per gli apparecchi televisivi, i segnali adiacenti alla banda DVB-T, ed in particolare al canale 60, se superano determinati livelli di protezione possono compromettere la ricezione del segnale DTT (in tal caso si parla di interferenza da canale adiacente).

In un altro articolo pubblicato su questo stesso numero di Elettronica e Telecomunicazioni vengono riportati i risultati di simulazioni estensive, relative a uno scenario reale e basate sui corretti criteri di valutazione indicati dalla normativa internazionale (ITU-R), tese a valutare l'interferenza dovuta all'intermodulazione generata nel centralino dell'impianto d'antenna [1].

In questo lavoro vengono forniti suggerimenti e indicazioni per la messa in opera sull'impianto ricevente di tecniche per la mitigazione delle interferenze sopra citate.

L'ampia varietà nelle tipologie di impianti per la ricezione televisiva e nei livelli dei segnali ricevuti in antenna rende impossibile suggerire un modo univoco per ripristinarne la corretta funzionalità in presenza di interferenze dovute a segnali LTE. In questa fase è quindi fondamentale affidarsi alla professionalità di installatori qualificati, ai quali spetta il compito di individuare caso per caso la soluzione più appropriata, economicamente sostenibile e duratura nel tempo. Infatti, per questo tipo di problematiche, il "fai-da-te" è sconsigliato: in assenza di strumentazione adeguata (misuracampo) e solide competenze tecniche, non è possibile neppure identificare con certezza la causa del malfunzionamento dell'impianto (interferenze da LTE o guasto di un apparato?), né tantomeno individuare il rimedio più appropriato e infine verificare se questo rimedio consenta di garantire un adeguato margine di ricezione.

2. IL QUADRO NORMATIVO

Il Decreto Ministeriale del 22 gennaio 2013, entrato in vigore il 31 gennaio 2013, all'art. 6 impone che "i nuovi impianti d'antenna riceventi del servizio di radiodiffusione devono operare esclusivamente nelle bande di frequenze attribuite al servizio di radiodiffusione terrestre e satellitare" [2].

Per quanto riguarda gli impianti preesistenti, la Fondazione Ugo Bordoni ha attivato un numero verde e un sito Internet^{Nota 1} per la segnalazione dei disservizi da parte degli utenti o degli amministratori di condominio: accedendo a questo servizio, nei casi in cui il disturbo sia effettivamente ascrivibile ai segnali LTE, l'intervento di ripristino e i relativi costi sono a carico degli operatori telefonici assegnatari della licenza.

Lo stesso D.M. 22/1/2013 inoltre, in riferimento alla conformità di progettazione, installazione e manutenzione degli impianti centralizzati d'antenna, richiama la Guida CEI 100-7 [3]. Questa Guida, recentemente aggiornata proprio per includere le problematiche relative alla coesistenza di segnali TV e LTE nella banda UHF, include, tra le altre cose:

- L'indicazione delle misure da effettuare da parte dell'installatore per determinare l'attenuazione necessaria del filtro LTE, in modo da evitare fenomeni di intermodulazione al centralino. In particolare, è necessario ripristinare i corretti livelli all'ingresso dell'amplificatore, facendo sì che i segnali LTE in downlink abbiano potenza non superiore di 3 dB rispetto ai segnali DTT: questo permette di mantenere il punto di lavoro dell'amplificatore prossimo al valore nominale.
- Le specifiche di un "filtro LTE" da utilizzarsi in un caso tipico. I parametri principali indicati sono i seguenti:
 - ✓ La massima perdita di inserzione nella banda dei segnali TV (entro 1,5 dB fino al canale 59; 2 dB alla frequenza centrale del canale 60),
 - ✓ La minima attenuazione nella banda dei segnali LTE in downlink (15 dB a 791 MHz, 30 dB a partire da 793 MHz).

Gli altri parametri specificati includono il return loss (almeno 10 dB), la variazione della risposta in ampiezza (entro 6 dB) e del ritardo di gruppo (entro 90 ns) sul canale 60^{Nota 2}, la minima attenuazione alle frequenze LTE in uplink (almeno 15 dB), il campo di temperatura (da -10 a +55 °C)^{Nota 3}.

3. POSSIBILI INTERVENTI SUGLI IMPIANTI RICEVENTI

Come detto, l'individuazione del rimedio più appropriato spetta alla competenza dell'installatore. In questo paragrafo vengono fornite alcune possibili indicazioni, che andranno valutate di volta in volta.

3.1 FILTRO LTE

L'installazione di un filtro LTE sull'impianto di ricezione sarà presumibilmente la tecnica di mitigazione risolutiva nella maggior parte dei casi, come verificato anche per via simulativa [1].

Il filtro deve essere installato al centralino, prima di ogni elemento attivo della distribuzione (figura 2): nel sottotetto in caso di amplificatori autoalimentati, oppure all'esterno in caso di amplificatori da palo^{Nota 4}.

Nota 1 - Numero verde: 800 126 126; sito Internet: <http://helpinterferenze.it>.

Nota 2 - I valori di variazione della risposta in ampiezza e del ritardo di gruppo sul canale 60 si intendono misurati nella banda di 7,61 MHz attorno alla frequenza centrale di 786 MHz (larghezza di banda effettivamente occupata da un segnale DVB-T).

Nota 3 - Campo di temperatura in cui deve essere indicata la tolleranza dei parametri specificati.

Nota 4 - In presenza di antenne con dipolo attivo, l'inserimento del filtro comporta la disattivazione dell'amplificatore integrato nell'antenna e l'utilizzo di un amplificatore separato.

Due anni fa, all'epoca della pubblicazione di un precedente articolo sul tema su questa rivista [4], le caratteristiche dei filtri LTE disponibili erano inadeguate. Oggi invece, grazie al concorso dell'industria e con un ruolo di primo piano per le aziende italiane, sono facilmente reperibili e a costi sostenibili numerosi prodotti rispondenti alle specifiche definite dalla Guida CEI 100-7.

Le fotografie di alcuni filtri LTE sono mostrate nella figura 3.

Fig. 2 - Installazione di un "filtro LTE" al centralino.

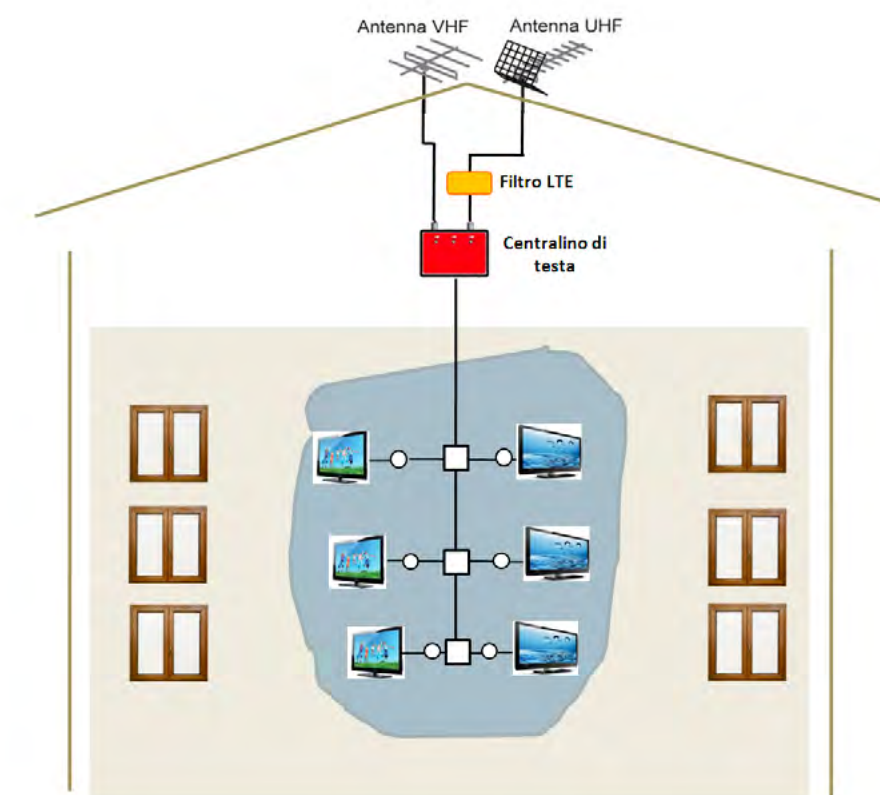


Fig. 3 - Fotografie di alcuni filtri LTE.

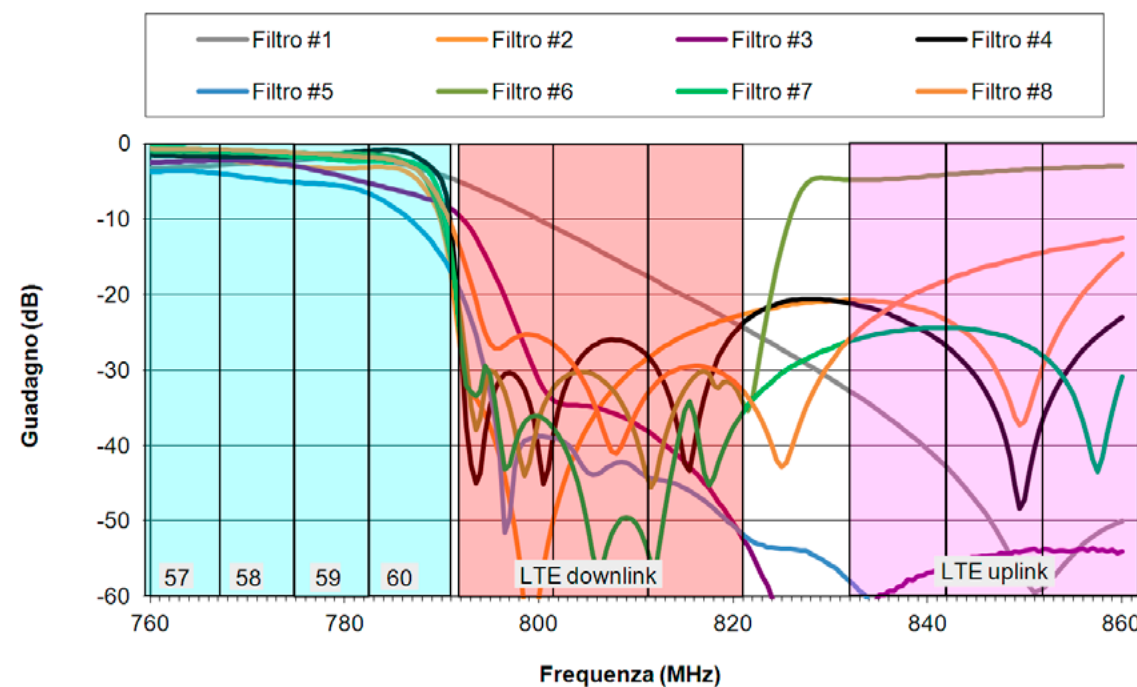


Fig. 4 - Curve livello-frequenza di alcuni filtri commerciali.

Va però sottolineato che non tutti i prodotti sul mercato hanno le stesse prestazioni. Presso il Centro Ricerche Rai sono stati caratterizzati diversi prototipi o modelli commerciali di filtri LTE^{Nota 5}. La figura 4 riporta la curva livello-frequenza per alcuni di questi esemplari.

Come si vede, a fianco di modelli che rispettano la maschera definita dal CEI, alcuni modelli (ad esempio il filtro #1) sono poco efficaci nel mitigare gli effetti dei segnali LTE in downlink, mentre sarebbero comunque adatti a limitare gli eventuali disturbi generati dai segnali in uplink direttamente sul televisore; alcuni modelli (ad esempio il filtro #3 o il filtro #5) hanno una perdita d'inserzione eccessiva sui canali televisivi (e in particolare sul canale 60), causando una riduzione significativa del margine di ricezione anche in assenza dei segnali LTE; alcuni modelli (ad esempio il filtro #3) hanno una attenuazione limitata sul primo blocco LTE in downlink, e sono quindi efficaci soltanto se quel segnale non è presente in antenna con livelli elevati.

Come detto, l'attenuazione minima richiesta al filtro deve essere valutata caso per caso dall'installatore, in funzione dell'entità dell'interferenza effettivamente presente sull'impianto.

Un esempio è mostrato nella figura 5.

La figura 5a riporta lo spettro dei segnali in antenna (prima dell'amplificatore a larga banda)^{Nota 6}, rilevato mediante un misuracampo. I segnali DTT più elevati hanno un livello di circa 64 dB(μV).

Nota 5 - Le misure sono state effettuate su campioni realizzati prima della pubblicazione della nuova edizione della Guida CEI 100-7.

Nota 6 - Il segnale LTE è stato generato in laboratorio mediante un generatore di forme d'onda arbitrarie (AWG) Anritsu MG3700A, a partire da sequenze di campioni relative ad un segnale LTE con carico 100% [4], e quindi sommato ai segnali DTT ricevuti in antenna.

La figura 5b mostra un dettaglio dello spettro del segnale LTE ricevuto in antenna, con la relativa misura del livello. I misuracampo di ultima generazione, o aggiornati ad una versione di software recente, potrebbero essere già in grado di valutare correttamente i livelli dei segnali LTE; invece, con apparati più vecchi, come quello utilizzato nelle misure della figura 5, occorre invece adottare alcuni accorgimenti:

- La frequenza centrale dei segnali LTE deve essere impostata manualmente (796 MHz per il Blocco A, 806 MHz per il Blocco B e 816 MHz per il Blocco C), poiché la canalizzazione LTE in Italia è a passi di 10 MHz, e non di 8 MHz come per i canali TV^{Nota 7}.
- Allo stesso modo, la misura effettuata dallo strumento è relativa ad un canale di 8 MHz: per stimare correttamente la potenza di un segnale LTE con larghezza di banda 10 MHz, al valore letto sullo strumento si deve sommare circa 1 dB.

Di conseguenza, nel caso in esame, la potenza del segnale LTE in antenna è di circa 92 dB(μV).

Sulla base di queste misure, l'attenuazione minima del filtro LTE, in accordo con la Guida CEI 100-7 [3], risulta quindi pari a:

$$Att_{min} = P_{LTE,max} - P_{DTT,max} - 3 \text{ dB}$$

ovvero, nell'esempio specifico, circa 25 dB. Ciò significa che in questo caso l'utilizzo di un filtro in accordo con le specifiche CEI sarebbe risolutivo.

La figura 5c riporta lo spettro dei segnali dopo l'installazione del filtro LTE. Si può notare che i segnali DTT si sono ridotti di meno di 1 dB, mentre il segnale LTE ha ora un livello inferiore

Nota 7 - Molti modelli di misuracampo consentono comunque di impostare delle liste di canali personalizzate: in questo modo è quindi possibile costruirsi una propria lista di canali che comprenda le frequenze dei blocchi LTE, velocizzando le operazioni di misura.

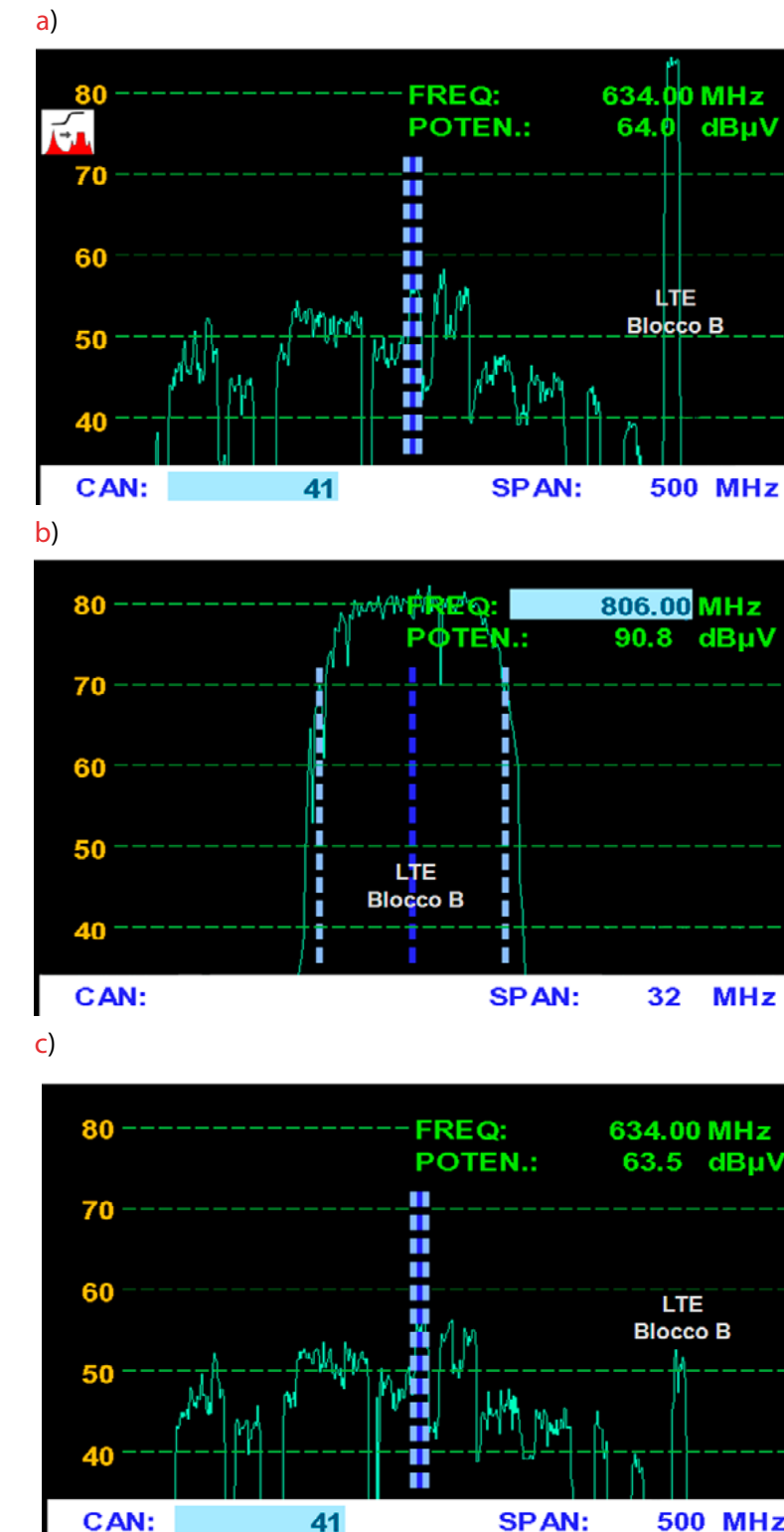


Fig. 5 - Misure sui livelli in antenna per la determinazione dell'attenuazione necessaria del filtro LTE. a) Segnali in antenna; b) Dettaglio sul segnale LTE in antenna; c) Segnali all'uscita del filtro LTE.

rispetto ai segnali DTT, scongiurando il rischio di intermodulazione dell'amplificatore di testa.

La valutazione dell'attenuazione necessaria del filtro secondo la procedura sopra descritta può essere però particolarmente complessa a causa della variabilità del segnale LTE, per due fattori.

Il primo fattore consiste nel fatto che la potenza effettiva di un segnale LTE non è costante, ma può variare in modo significativo, in funzione del traffico istantaneo generato dagli utenti nella cella. La figura 6a mostra un esempio di spettro di potenza di un segnale LTE: attualmente, in assenza di traffico ge-

nerato dagli utenti, la cella è in "idle" e la potenza è molto bassa; si notano soltanto le portanti relative ai "Reference Signals". Per avere una prima stima della potenza che potrà essere effettivamente ricevuta in antenna con la cella a pieno carico, nella figura 6b lo spettro è stato visualizzato attivando la funzione "max hold" ^{Nota 8}.

Il secondo fattore consiste nel fatto che la situazione è ancora in divenire: al momento della misura su uno specifico impianto, non tutti gli operatori assegnatari potrebbero avere già attivato le rispettive celle LTE a 800 MHz.

Questo significa che il numero dei segnali LTE ricevuti in antenna e la loro potenza sono destinati a crescere nei prossimi mesi o anni: in questa fase, qualora si debba intervenire su un impianto, è quindi buona norma agire in modo cautelativo, inserendo già un filtro come raccomandato dalla Guida CEI 100-7 ^{Nota 9}.

Nota 8 - La funzione "max hold" è disponibile sugli analizzatori di spettro e su alcuni modelli recenti di misuracampo. In assenza di questa funzione, il valore di potenza a pieno carico deve essere stimato manualmente.

Nell'esempio mostrato nella figura 6, riferito a un caso reale registrato a Torino nel mese di luglio 2013, si può vedere che il segnale LTE, ricevuto da una cella lontana, anche a pieno carico avrà un livello inferiore rispetto ai segnali DTT, pertanto sull'impianto in esame non ci si attende un degradamento delle prestazioni.

Nota 9 - Si deve in ogni caso tenere conto che le caratteristiche di questo tipo di filtro, sufficienti in un caso "tipico", non copriranno la totalità degli impianti: esisteranno cioè situazioni particolarmente critiche, per la vicinanza e la direzione delle antenne LTE, abbinate al basso livello dei segnali DTT ricevuti nell'area, in cui potranno essere necessari ulteriori accorgimenti.

Una soluzione che in alcuni casi potrebbe rivelarsi empiricamente efficace è l'inserzione di due filtri LTE in cascata (le attenuazioni si sommano). Si rammenta però che questo intervento renderebbe l'impianto non più a norma per quanto riguarda la curva di risposta sui canali TV, in particolare sul canale 60.

3.2 AMPLIFICATORI CON FILTRO LTE INCORPORATO

Nel caso di impianti nuovi, è possibile utilizzare amplificatori UHF a larga banda con frequenza di taglio già limitata a 790 MHz: in questi modelli, di recente costruzione, è già integrato un filtro LTE sull'ingresso.

Si noti però che, in molti casi, per ragioni di costo o di ingombro, le caratteristiche del filtro LTE integrato nell'amplificatore potrebbero non rispecchiare la maschera della Guida CEI 100-7 ^{Nota 10}.

Spetta quindi all'installatore la verifica che, nel caso interferenziale specifico, le caratteristiche del componente utilizzato siano adeguate: ove non lo fossero, è necessario installare un filtro esterno, abbinato ad un amplificatore tradizionale.

3.3 ANTENNE "LTE-FREE"

Sui cataloghi dei prodotti per impianti TV si possono oggi trovare nuove antenne UHF etichettate con termini del tipo "LTE-free". Si tratta di prodotti di due tipologie:

- Antenne che presentano una modifica nella struttura meccanica, in alcuni casi brevettata, per variane la risposta in frequenza rispetto al modello "tradizionale", riducendo il guadagno sulle frequenze superiori a 790 MHz (figura 7). Come si può vedere, la differenza di guadagno tra il canale 60 e i blocchi LTE è bassa (tra 1 e 3 dB nel caso raffigurato), pertanto la sostituzione dell'antenna esistente con un'antenna di questo tipo non è una tecnica di mitigazione di per sé efficace, e avrebbe un effetto molto minore rispetto all'inserzione di un buon filtro. Questo tipo di antenna può essere tuttavia una scelta

corretta nel caso di nuovi impianti, poiché il suo utilizzo può agevolare il compito delle eventuali altre tecniche di mitigazione.

- Antenne con integrato un filtro LTE realizzato con componenti circuitali: queste antenne consentono una maggiore attenuazione dei canali LTE rispetto al caso precedente, ma comunque generalmente inferiore rispetto ai filtri in accordo con la maschera CEI 100-7, a causa delle esigenze di ridotto ingombro (e costo). Anche in questo caso spetta all'installatore valutare se, nel caso interferenziale specifico, questo tipo di filtro è sufficiente, o non sia invece preferibile un filtro esterno abbinato ad un'antenna tradizionale.

3.4 RIDUZIONE DEL GUADAGNO DELL'AMPLIFICATORE

L'entità dei prodotti di intermodulazione generati al centralino dipende dal punto di lavoro dell'amplificatore.

Nell'intorno del livello d'uscita nominale, la caratteristica ingresso-uscita di un amplificatore non-lineare può essere approssimata con il suo sviluppo in serie di potenze troncato al 3° ordine [4]. Ne consegue che, ad ogni aumento di 1 dB del guadagno, il livello d'uscita del segnale aumenta di 1 dB, mentre i prodotti di intermodulazione aumentano di 3 dB: il C/I dovuto ad intermodulazione si riduce quindi di 2 dB per ogni dB di guadagno.

Come ulteriore tecnica di mitigazione è quindi possibile ridurre il guadagno dell'amplificatore rispetto al valore nominale, facendo cioè lavorare l'amplificatore in una zona più lineare della sua caratteristica ingresso-uscita. Questa operazione ha

Nota 10 - In merito, la Guida CEI 100-7 indica che "se il filtro LTE viene inserito all'interno dei componenti dell'impianto d'antenna (ad esempio, antenne televisive per la radiodiffusione terrestre nella banda UHF, amplificatori d'antenna, amplificatori a larga banda per la banda UHF) il costruttore deve dichiarare se il filtro rispetta le specifiche del filtro LTE (caso tipico). In ogni caso deve essere dichiarata l'attenuazione introdotta sui segnali LTE-BS ed LTE-UE e la perdita d'inserzione sui segnali televisivi" [3].

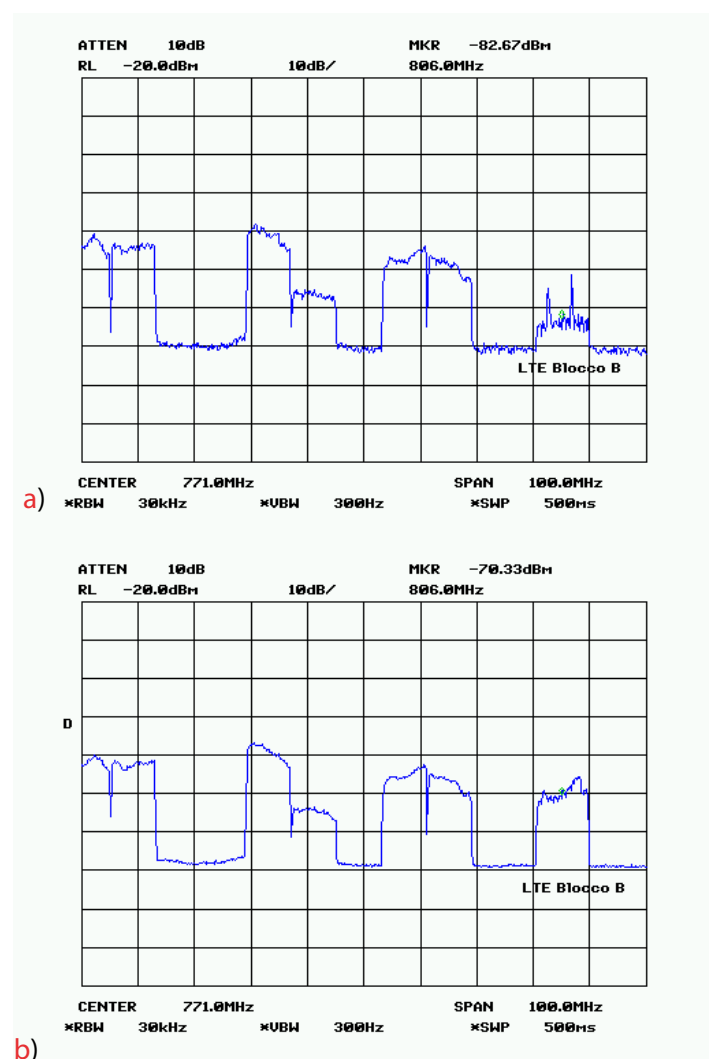


Fig. 6 - Spettro di potenza di un segnale LTE ricevuto in antenna. a) In "idle"; b) Misura in modalità "max hold"

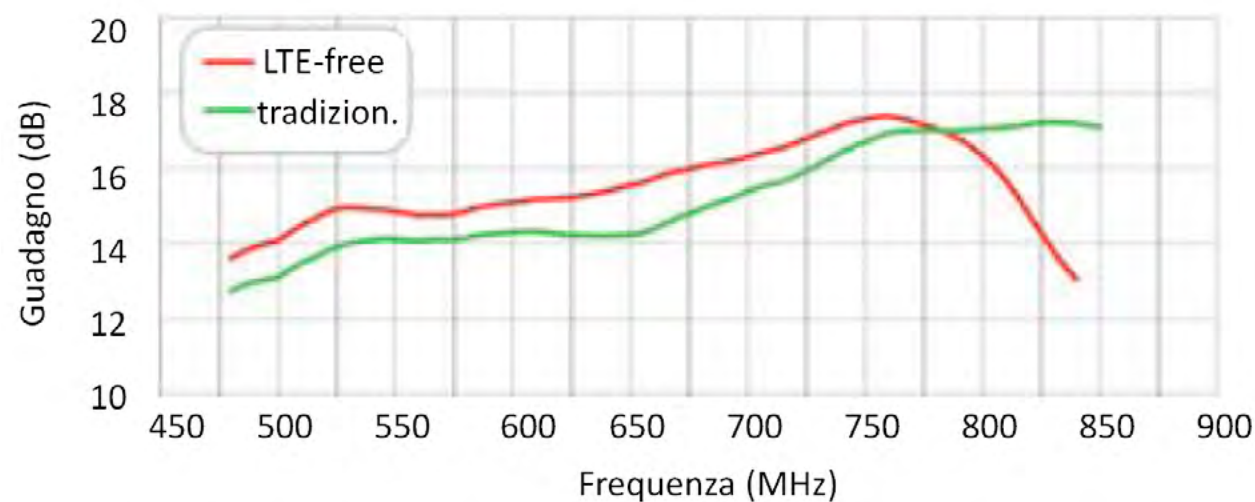


Fig. 7 - Curva di guadagno di un'antenna con banda limitata a 790 MHz (dati di catalogo relativi a un prodotto commerciale).

però come controindicazione la riduzione del C/N dovuto a rumore termico, ed è possibile soltanto nella misura in cui esiste un margine sufficiente sui livelli dei segnali alle prese d'utente ^{Nota 11}.

Un esempio di variazione del rapporto segnale/disturbo C/(N+I) in funzione della riduzione del guadagno dell'amplificatore è riportato nella figura 8. Nell'esempio si è supposto che, con l'amplificatore regolato al livello d'uscita nominale (corrispondente nel grafico al valore di riduzione del guadagno pari a 0 dB), il C/N su un determinato canale sia di 33 dB e il C/I dovuto a intermodulazione sia di 15 dB.

Si può vedere che inizialmente, riducendo il guadagno dell'amplificatore, le prestazioni del sistema migliorano, fino a quando non inizia a pesare il rumore termico.

c. Nell'esempio, si riuscirebbero a guadagnare circa 9 dB sul C/(N+I) con 7 dB di riduzione del guadagno (a patto che i livelli alle prese d'utente siano ancora sufficienti) ^{Nota 12}. Naturalmente, sugli altri canali l'andamento del C/(N+I) è analogo a quello mostrato nella figura 8, ma con valori iniziali differenti per ciascun canale.

Dal grafico si vede però anche che con questa tecnica è difficile ripristinare un livello di C/(N+I) molto alto, prossimo al valore che si aveva in assenza del segnale LTE: questa deve infatti essere considerata una tecnica di mitigazione aggiuntiva e non sostitutiva rispetto all'inserzione di un filtro.

3.5 CENTRALINI CANALIZZATI

Gli impianti dotati di centralini canalizzati, una volta disabilitati i filtri relativi ai canali dal 61 al 69, sono molto meno sensibili alle possibili interferenze dovute ai segnali LTE rispetto agli impianti con centralino a larga banda, poiché operano un filtraggio intrinseco e inoltre, equalizzando i livelli dei segnali, li rendono tutti egualmente robusti ai disturbi.

L'efficacia del filtraggio è legata alla selettività del filtro sul canale 60.

Nota 11 - Ad esempio, il livello di un segnale DVB-T 64-QAM 2/3 alle prese d'utente deve essere compreso tra 45 e 78 dB(μV) [3].

Nota 12 - Lo stesso risultato potrebbe essere ottenuto sostituendo l'amplificatore con un modello avente un livello nominale d'uscita più alto, e facendolo lavorare in una zona più lineare della caratteristica ingresso-uscita.

I centralini canalizzati si possono classificare in due tipologie:

- Centralini modulari a filtri di canale. In funzione della tecnologia utilizzata (risonatori a 4 o 6 celle, filtri SAW dopo conversione in IF, ecc.), possono essere caratterizzati da una diversa attenuazione sul canale adiacente (indicativamente tra 10 e 40 dB a 791 MHz, tra 20 e 70 dB oltre 793 MHz). In alcuni casi, con filtri di canale di limitata selettività, potrebbe essere quindi ancora necessaria l'inserzione di un filtro LTE all'ingresso del modulo del canale 60, in grado di fornire un'attenuazione aggiuntiva ^{Nota 13} sul primo blocco LTE.
- Centralini con filtri programmabili a gruppi di canali (cluster). La selettività di questi filtri è molto inferiore rispetto alla tipologia precedente (un valore tipico di attenuazione è entro 20 dB a 10 MHz dalla frequenza di taglio), pertanto il filtraggio risulta efficace soltanto a partire dal secondo

blocco LTE. Con questi tipi di centralini occorre quindi considerare l'inserzione di un filtro LTE all'ingresso da cui è prelevato il canale 60 ^{Nota 14}, in grado di fornire un'attenuazione adeguata sul primo blocco LTE.

3.6 PUNTAMENTO/SPOSTAMENTO DELL'ANTENNA RICEVENTE

Se le tecniche di mitigazione fin qui suggerite non hanno avuto buon esito, significa che ci si trova in una situazione molto critica, ad esempio perché la Base Station LTE è molto vicina (sul palazzo di fronte o sullo stesso tetto) e i suoi pannelli radianti puntano direttamente sull'antenna ricevente, e contestualmente i segnali DTT nella zona sono deboli.

Nota 13 - In queste condizioni, sono tipicamente sufficienti filtri LTE con 10 ÷ 15 dB di attenuazione.

Nota 14 - Se il canale 60 non è distribuito, la selettività del centralino in molti casi potrebbe essere sufficiente.

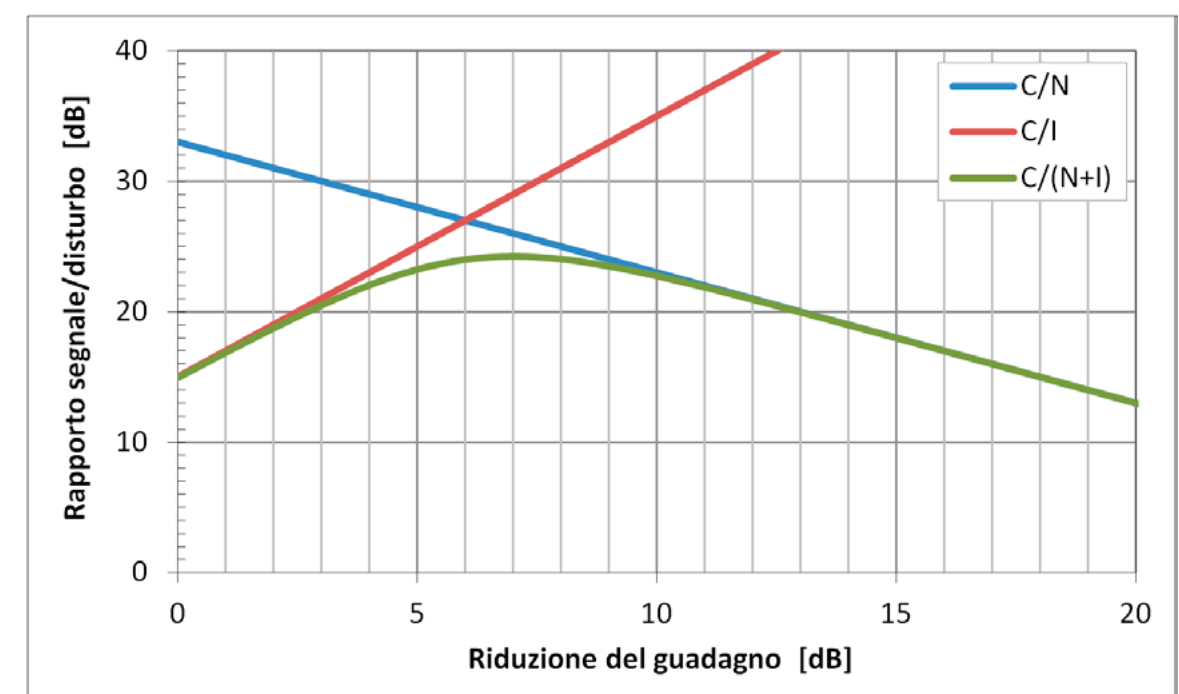


Fig. 8 - Variazione del C/(N+I) in funzione della riduzione del guadagno dell'amplificatore.

Un ulteriore accorgimento per tentare di ridurre la potenza dei segnali interferenti consiste nel variare la direzione di puntamento dell'antenna di qualche grado, in modo da far uscire i segnali LTE dal lobo principale del suo diagramma di irradiazione^{Nota 15}. Può rivelarsi utile collocare l'antenna in una zona più "coperta", oppure spostarla lateralmente di alcuni metri o vararne l'altezza, in modo da discriminare l'angolo di arrivo dei segnali DTT dai segnali LTE^{Nota 16}.

4. CONCLUSIONI

La coesistenza di servizi broadcast e cellulari all'interno della banda UHF, tradizionalmente utilizzata per la distribuzione TV, potrà determinare problemi alla ricezione dei segnali televisivi. I problemi maggiori potranno riscontrarsi negli impianti di ricezione con amplificazione a larga banda, ove c'è il rischio di saturazione dell'amplificatore del centralino a causa del livello molto alto dei segnali LTE al suo ingresso.

In presenza di queste problematiche, è fondamentale affidarsi alla professionalità di installatori qualificati, ai quali spetta il compito di individuare caso per caso la soluzione più appropriata, economicamente sostenibile e duratura nel tempo.

Tra le possibili tecniche di mitigazione delle interferenze, l'installazione di un "filtro LTE" all'ingresso del centralino risulta essere la più semplice ed efficace.

A tale scopo, la nuova edizione della Guida CEI 100-7 ha definito le specifiche di un filtro LTE da utilizzarsi in un caso tipico: si ritiene che l'impiego di un filtro con queste caratteristiche, oggi facilmente reperibile

Nota 15 - Da questo punto di vista, l'utilizzo di antenne con ridotti lobi secondari può dare benefici.

Nota 16 - Va sottolineato che tutte le tecniche presentate in questo capitolo si riferiscono a disturbi dovuti ad emissioni ricevute in antenna a frequenze oltre 790 MHz: nel caso in cui il disturbo sia invece dovuto a un eccessivo livello di emissioni fuori banda da parte del trasmettitore LTE, è necessario che sia l'operatore telefonico ad intervenire direttamente sulla Base Station.

sul mercato e a costi sostenibili, si rivelerà risolutivo nella maggior parte dei casi. La scelta del filtro e della relativa attenuazione deve tenere conto del fatto che le interferenze si manifesteranno gradualmente, a seguito dell'attivazione delle celle LTE sul territorio nazionale da parte degli operatori assegnatari e dell'aumento del traffico generato dagli utenti: qualora si debba intervenire su un impianto in questa fase transitoria, è quindi buona norma agire in modo cautelativo, inserendo già un filtro come raccomandato dalla Guida CEI 100-7. Sono inoltre da evitare filtri con eccessiva perdita d'inserzione sui canali TV, in quanto causano necessariamente una riduzione delle prestazioni anche in assenza dei segnali LTE.

In prossimità delle Base Station vi saranno presumibilmente aree in cui, anche dopo l'installazione del filtro, il corretto margine di ricezione sui segnali DTT non è ripristinato: in questi punti è necessario adottare ulteriori tecniche di mitigazione, quali ad esempio una riduzione del guadagno dell'amplificatore (ove possibile), la variazione del puntamento o lo spostamento dell'antenna ricevente, l'utilizzo di centralini canalizzati, ecc.

BIBLIOGRAFIA

1. A. De Vita, D. Milanesio, B. Sacco, A. Scotti: LTE e impianti di ricezione TV: Stima dell'interferenza generata al centralino d'antenna, Elettronica e Telecomunicazioni, n° 2, agosto 2013, <http://www.crit.rai.it/eletel/2013-2/132-2.pdf>.
2. Decreto Ministeriale 22/1/2013: Regole tecniche relative agli impianti condominiali centralizzati d'antenna riceventi del servizio di radiodiffusione, Gazzetta Ufficiale, anno 154°, n° 25, gennaio 2013.
3. CEI 100-7: Guida per l'applicazione delle Norme sugli impianti di ricezione televisiva, febbraio 2013.
4. D. Milanesio, B. Sacco, V. Sardella: LTE e DTT: Effetti dei segnali per la telefonia mobile di 4a generazione sugli attuali impianti d'antenna televisivi, Elettronica e Telecomunicazioni, n° 3, dicembre 2011, <http://www.crit.rai.it/eletel/2011-3/113-6.pdf>.

Ricevitori Multimodali

Pier Vincenzo Giudici
vice Chairman del **Radio Advisory Group (RAG)** presso l'**International Telecommunication Union (ITU)**

Alfredo Magenta
membro del **Radio Regulations Board (RRB)** presso l'**International Telecommunication Union (ITU)**

1. INTRODUZIONE

Alla fine del secolo scorso, l'Unione Internazionale delle Telecomunicazioni (UIT) promosse un'analisi approfondita sulla CONVERGENZA dei SERVIZI di TELECOMUNICAZIONE a seguito della sempre maggiore introduzione delle metodologie numeriche nei diversi Sistemi di Telecomunicazione.

Una panoramica sulla Numerizzazione dei Servizi ci consente di evidenziare una serie di tappe che sono state seguite nello sviluppo tecnologico dei Sistemi, che comprende sia lo sviluppo di nuovi Standard, sia la produzione di Apparati in grado di utilizzarli.

La numerizzazione dei Collegamenti per la distribuzione dei segnali, volta a ridurre l'occupazione di banda dei canali di trasmissione ed a rendere il segnale ricevuto più resistente ai disturbi, fu una delle prime realizzazioni digitali.

Le numerizzazioni che seguirono furono realizzate nella Produzione dei Programmi, per migliorare la qualità del prodotto audio e video, e facilitare il loro trattamento.

L'articolo riassume varie idee sullo sviluppo attuale e futuro delle Apparecchiature Riceventi Multimodali di Radiodiffusione.

Nell'introduzione si ribadisce la necessità del passaggio al Digitale nelle Telecomunicazioni, in un momento in cui si va sempre più affermando la Convergenza tra i Sistemi.

Vengono quindi descritte le caratteristiche generali delle apparecchiature riceventi radiofoniche e si procede all'analisi dei costi-benefici che l'attuale tecnologia offre.

Nelle Conclusioni si riassumono i risultati dell'analisi.

Tutto l'articolo è orientato verso una Società Globale dell'Informazione. (GIS - Global Information Society).

Il passo successivo fu la numerizzazione delle *Trasmissioni Televisive* per e da satellite e, recentemente, delle trasmissioni dei programmi televisivi di terra.

Nello stesso tempo, la diffusione dei Personal Computers e di *Internet*, consentirono la realizzazione ed il trasporto di sistemi numerici audio, video e dati.

Questa situazione ha dato un impulso considerevole allo studio ed alla realizzazione di "sistemi alternativi compatibili" per i diversi SERVIZI.

Come conseguenza sarà necessario ridefinire il "Servizio" che, almeno per il segmento trasmissivo, non avrà più le distinzioni attuali, essendo il segnale costituito da una serie di bit trasmessi, forse con gli stessi Standards, ma con contenuti e flussi diversi. Sarà compito dei sistemi, usati per il confezionamento dei programmi, e delle apparecchiature riceventi, di tipo "intelligente", scegliere il programma richiesto e presentarlo al fruitore nella forma desiderata.

Da tutto questo processo oggi è rimasta fuori la numerizzazione delle trasmissioni di programmi radiofonici di terra in alcune bande. Occorre che sia fatto l'ulteriore passo della digitalizzazione delle trasmissioni radiofoniche audio irradiate in Modulazione di Ampiezza ed in Modulazione di Frequenza per armonizzare i sistemi di trasmissione e ricezione e rendere finalmente totale la Convergenza dei Servizi.

2. ANALISI DELLA RIVOLUZIONE TECNOLOGICA.

Le nuove tecnologie, come sempre avviene nella storia dell'Umanità, portano con sé una evoluzione non solo tecnica, ma anche culturale, che si espande talvolta lentamente, talvolta rapidamente.

Nella nostra epoca, in cui le informazioni si diffondono con una rapidità incredibilmente alta, le evoluzioni culturali si realizzano in tempi sempre più brevi.

Infatti la diffusione mondiale delle Telecomunicazioni, grazie sia all'uso delle Onde Corte, sia alla diffusione satellitare etc., raggiunge oltre l'ottanta per cento della popolazione mondiale in un tempo quasi istantaneo.

Tale situazione favorevole impone la soluzione di un punto particolare che riguarda i programmi radio televisivi, la cui fruizione globale richiede la creazione di sistemi di linguaggio compatibili con le diverse lingue degli utenti. A questi si aggiunge la trasmissione di Testi etc. tramite Internet. In questo ultimo caso, la creazione di programmi di *Traduzione* ha già trovato una soluzione tecnologicamente valida ed ha reso fruibile l'uso delle *mail* a livello mondiale.

La nuova rivoluzione tecnologica richiederà la creazione di un apparecchio ricevente in grado di rispondere alla convergenza dei sistemi di telecomunicazione e le cui caratteristiche avranno evidenti implicazioni sia tecniche, sia economiche, sia sociologiche.

Per rispondere a tali esigenze la Commissione 6 "Broadcasting" del Settore UIT-R dell'UIT ha adottato la 'Question 136/6' in cui si chiede di approfondire il tema del "World Broadcasting Roaming", come definito nella Recommendation ITU-R M.1224, e cioè la ricezione dei programmi radio televisivi e multimediali, disponibili nelle diverse aree del mondo, con un singolo ricevitore.

Attualmente disponiamo di apparecchi telefonici cellulari di ultima generazione che sono in grado di funzionare da telefono, da macchina fotografica, da ricevitore radiofonico in FM e da trasmettitore di SMS. Inoltre IPAD e Computers permettono di operare in Internet e funzionano anche da telefono e da televisore.

Da tale sviluppo tecnologico si deduce che occorre creare un sistema di ricezione il più possibile flessibile, all-inclusive ed universale, che consenta la fruizione dei programmi e dei diversi servizi.

Vi è quindi la necessità di disporre di un RICEVITORE MULTIMODALE (Multimediale, Multisoftware, Multistandard, Multibanda) che consenta di soddisfare un *audience mondiale*.

3. CARATTERISTICHE DELLE APPARECCHIATURE

Un passo in tale direzione è sicuramente quello di realizzare un Ricevitore Radiofonico Multimodale, come recentemente proposto dall'Italia alla Commissione 6 "Broadcasting" dell'UIT-R, che stimoli la realizzazione di CHIPs specifici per le funzioni riceventi radiofoniche, e che agevoli, in un futuro non molto lontano, la realizzazione di un CHIP omnicomprendente, capace di soddisfare tutte le funzioni necessarie per una Telecomunicazione Globale.

Un ricevitore radio capace di rispondere a tali caratteristiche dovrà soddisfare i seguenti "User Requirements":

- essere compatto, leggero, alimentato da rete e da batterie ricaricabili con autonomia di parecchie ore;
- possedere tutti i comandi manuali di un ricevitore radio;
- sintonizzarsi su programmi, sia radio, sia televisivi, in tutte le bande di frequenza assegnate alla radiodiffusione;
- ricevere tutte le norme di emissione di radiodiffusione attualmente in largo uso nel mondo, ed essere in grado di scaricare dalla rete le norme di emissione di radiodiffusione eventualmente in uso in particolari paesi;
- presentare, ordinato su menù, per ciascuna stazione, il livello di qualità del segnale ricevuto;
- aggiornare, automaticamente o su comando, l'elenco dei programmi ricevuti al momento;
- leggere i metadata con le informazioni sui contenuti del programma: lingua, genere (es. sport, news, musica, etc) e sottogenere (es. musica classica, leggera etc.);
- presentare all'utilizzatore, su menù a display cliccabili, l'elenco delle stazioni che rispondono ai criteri di scelta immessi dall'utente;
- offrire all'utente un menù multilingua con traduzione linguistica a sua scelta;
- rendere accessibili le informazioni e le tecnologie di comunicazione per i 650 milioni di

persone nel mondo, disabili sensoriali, come indicato nel Doc. 6/BL/10 del 9-2-2011 dello SG 6 dell'ITU-R.

Ovviamente tutto questo richiede la standardizzazione, a livello mondiale, sia del ricevitore, sia dei Metadata multiplexati nello "stream" del programma.

3.1 ASPETTI TECNICI DEI CHIPs DA REALIZZARE.

La standardizzazione del ricevitore richiederà, forse inizialmente, la realizzazione di tipologie di CHIPs differenti: uno dovrà contenere i Softwares necessari alla gestione delle differenti funzioni del ricevitore; un altro dovrà operare sulla parte ad RF dell'apparato, selezionando le varie bande di frequenza e l'Antenna pertinente.

Il costo di tali CHIPs, dato l'alto numero di apparecchiature commerciabili nel mondo dovrebbe risultare sufficientemente ridotto, in considerazione dell'altissimo numero di apparecchi richiesti dal mercato potenziale.

3.2 POPOLAZIONE COINVOLTA E NUMERO DI POSSIBILI APPARECCHI REALIZZABILI

Tenendo conto che vi sono al mondo circa otto miliardi di individui, la parte più reattiva e pronta alle innovazioni tecnologiche nel campo delle telecomunicazioni potrebbe aggirarsi intorno al trenta per cento. Questa ipotesi prevede che almeno due miliardi di utilizzatori sono pronti ad usare apparati tecnologicamente avanzati.

Tale analisi cambia drasticamente, se si considera che, nel secondo millennio, le nazioni più popolate che si stanno affacciando all'uso di nuove tecnologie, sono la Cina, l'India ed il Brasile le quali, insieme alle nazioni sviluppate del Nord del mondo, come il Nord America, la Russia ed i paesi Europei, costituiscono circa il cinquanta per cento della popolazione mondiale, per cui il numero di utenti interessati all'acquisto di nuove apparecchiature di Telecomunicazione aumenterebbe considerevolmente, aggirandosi intorno ai cinque miliardi di persone.

Questa situazione consentirebbe una drastica riduzione dei costi dei ricevitori potendosi ammortizzare le spese sul numero elevato di apparecchiature vendibili.

4. VANTAGGI E SVANTAGGI DELLA CONVERGENZA E DEL RICEVITORE UNICO INTELLIGENTE (RUI)

4.1 MANIFATTURIERI

La realizzazione di un unico apparecchio ricevente "Multimodale" consente a ciascun detentore di Standard Proprietario d'Emissione, sia di mantenere il possesso della sua Proprietà Intellettuale (IPR), sia di costruire Apparati di Trasmissione per i servizi locali diversi dagli altri, conservando in tal modo il suo mercato interno.

Nello stesso tempo il ricevitore unico diventa uno strumento vantaggioso adoperando componenti uguali a livello mondiale, sia per la sua fruibilità universale che ne facilita la costruzione e la commerciabilizzazione, sia locale sia multinazionale.

4.2 SOCIALI

A seguito della elevata mobilità odierna, facilitata dalla mondializzazione dei mercati, dai mezzi di locomozione e dalla nascita delle società multinazionali, gli utilizzatori del terzo millennio sono in rapido aumento ed hanno ormai mostrato una loro spiccata tendenza a spostarsi rapidamente in posti sempre più distanti.

Non è raro il caso di milioni di persone che nel giro di poche ore si trasferiscono agli antipodi, rispetto al loro luogo di origine, e lavorano per alcuni giorni o parecchi mesi lontani dalle loro nazioni. La necessità ed il desiderio di mantenere contatti con la nazione d'origine e, nel contempo, la curiosità o la necessità di conoscere la situazione economico-politico-sociale del luogo in cui si trovano temporaneamente, spinge tali utenti a desiderare di disporre di un apparato ricevente che consenta loro un rapido aggiornamento.

Questa mobilità ha come risvolto negativo l'esigenza di dover rispettare gli aspetti Regolamentari Internazionali e Locali da cui non si può prescindere in un mondo globale industrializzato. (In passato la radiodiffusione Internazionale per esempio in Onde Corte, assolveva questi compiti).

4.3 ECONOMICO-LEGALI

Nel caso in cui si debbano utilizzare apparecchiature capaci di accedere a standards proprietari locali, occorrerà prevedere il loro acquisto, onde consentire la ricezione dei programmi disponibili localmente. Come conseguenza necessaria non possono più essere discriminati i diversi standard, di cui deve essere possibile il riconoscimento a livello di apparato ricevente. Tale condizione può necessariamente essere soddisfatta solo mediante regole economiche che rendano remunerativo l'acquisto di tali software, che debbono esser non solo scaricabili, ma nel contempo non cedibili ad altri utenti.

Occorre quindi che si elabori una Norma di diritto internazionale che consenta tutte queste utilizzazioni e le eventuali sanzioni comminabili ai trasgressori.

5. CONCLUSIONI

Dall'analisi dei vantaggi e svantaggi appena descritti, scaturiscono le seguenti considerazioni.

La Convergenza dei diversi servizi, che la tecnologia digitale consente, e la fattibilità di un singolo ricevitore intelligente, che copra tutte le bande della radiodiffusione e tutti i sistemi, ad un prezzo accettabile, può dare impulso ad un nuovo modo di concepire le Telecomunicazioni.

Un alto numero di apparecchi/ricevitori venduti può ridurre il costo, incrementando le facilities e le possibilità degli utenti.

In tutte le transizioni vi sono un gran numero di attori, ma il passato ha mostrato che l'attore principale è l'utente. La sua decisione è in ogni caso orientata dalla forza del mercato, guidato dalle Amministra-

zioni e dalle Industrie, sostenute dai Radiodiffusori, che possono promuovere l'opinione di cambiare i vecchi sistemi analogici e comprare nuove apparecchiature digitali.

Ciò che è veramente importante ed urgente è il coordinamento tra i diversi attori.

Infatti, se gli utilizzatori sono pronti a comprare i nuovi apparati e le industrie hanno prodotto le apparecchiature, è veramente importante avere un programma dell'uso delle frequenze, preparato dalle Amministrazioni, e contemporaneamente un sufficiente numero di programmi irradiati, con contenuti interessanti per attirare l'attenzione degli utenti e promuovere il cambiamento. Questi sviluppi ed azioni coordinate condizionerebbero il periodo di transizione e guiderebbero la scelta dei consumatori con una competizione avanzata.

E' molto importante avere "un Ricevitore poco costoso in una Convergenza Tecnologica". Quando il ponte del "digital divide" sarà completato ed i milioni di ricevitori saranno totalmente sostituiti, allora la reale convergenza tra i servizi, forse, sarà completa.

Avremmo a disposizione la possibilità di inviare e ricevere informazioni in ogni punto della Terra, a qualsiasi ora, fermi o in movimento, in qualsiasi lingua, mantenendo la protezione ecologica del consumatore e delle informazioni da lui od a lui trasferite, e disponendo del controllo remoto del dispositivo d'utente che fornisce il servizio d'informazione.

Tutto questo pone le basi per una Società Globale dell'Informazione (GIS - Global Information Society).

Premio Best Practices per l'Innovazione

SALERNO, 6 E 7 GIUGNO 2013

Il premio Best Practices per l'Innovazione ha l'obiettivo di promuovere l'utilità dei processi innovativi al mercato, pubblico e privato. L'iniziativa nasce nel 2006 in Confindustria Salerno con lo scopo di raccontare casi reali di innovazione e illustrarne i risultati per i beneficiari, favorendo la diffusione degli stessi ad un pubblico più ampio possibile e stimolando la conoscenza tra le imprese. Alla settima edizione sono stati presentati 123 i progetti, 57 iscritti al premio e 66 alla sezione up start.

I premi sono stati consegnati nel corso dell'evento *"La rete degli innovatori"*, 6 e 7 giugno 2013, al Teatro Antonio Ghirelli di Salerno

Il premio Cultura 2.0 è stato assegnato alla Rai Radiotelevisione Italiana per il progetto *"Trasmissione audio 5.1 su internet"*, il cui obiettivo è offrire un nuovo servizio Rai, rendendo possibile l'ascolto di sonoro di interesse culturale in modalità avvolgente e coinvolgente, con la seguente motivazione: *"La propensione all'innovazione di un Paese e della sua economia è necessariamente legata a quella delle sue principali industrie, soprattutto quelle culturali che fungono da aggregatori assoluti di sviluppo economico a valore aggiunto. Il progetto presentato al Premio Best Practices 2013 testimonia la vitalità e la capacità di integrare competenze tecnologiche e di ricerca in modo qualificante, garantendo elevati output di fruizione end user di spessore assoluto sia dal punto di vista tecnico che di proiezioni economiche su scenari internazionali."*

[Il premio cultura 2.0](#)

Da sinistra: Leonardo Scopece Mauro Rossini e Giovanni Maria Dettori della Rai.



Il Centro Ricerche e Innovazione Tecnologica

a EuroiTV 2013

COMO, 24-26 GIUGNO 2013

Quest'anno il Centro Ricerche ha partecipato a EuroiTV 2013 (11th European Interactive Conference), una delle conferenze più importanti nell'ambito delle applicazioni e servizi interattivi in ambito televisivo e web, con due dimostrazioni tecnologiche.

La prima dimostrazione, MeSoonTV, è un prototipo che permette di analizzare la "seconda vita del contenuto TV" cioè quella che inizia durante la messa in onda e continua dopo di essa. La seconda vita del contenuto TV ha luogo sulla rete e nei social network, non è sotto il controllo del broadcaster e spesso viene vista in maniera antagonista da chi produce e mette in onda in contenuti stessi. Luca Vignaroli ha inoltre presentato l'articolo che contiene la descrizione tecnica del framework su cui si basa il prototipo MeSooTV che permette l'integrazione delle informazioni eterogenee provenienti dal mondo web e dal mondo televisivo.

La seconda dimostrazione ha riguardato i risultati di un progetto finanziato dalla Commissione Europea, TOSCA-MP, al quale Rai partecipa attivamente dal 2011. Alberto Messina ha presentato un framework di simulazione di un processo di produzione che integra strumenti automatici di analisi del contenuto ed estrazione automatica di metadati con la finalità di stimare i parametri di trade-off che rendano evidente i limiti entro i quali queste tecnologie siano applicabili vantaggiosamente nei processi produttivi. Esempi di tali tecnologie sono la traduzione automatica, il riconoscimento di volti e voci, il collegamento automatico a sorgenti web, e l'analisi automatica della qualità video.

EuroiTV, tenuta annualmente, ha come temi di ricerca chiave molte delle aree in cui Centro Ricerche è attivo da anni e rappresenta un evento scientifico di riferimento per molti degli sviluppi riguardanti la TV interattiva, l'analisi intelligente dei contenuti e l'interazione uomo/macchina per servizi multimediali. Nel 2014, EuroiTV sarà tenuta a Newcastle upon Tyne (UK), diventando ACM TVX - ACM International Conference on Interactive Experiences for TV and Online Video.

Per approfondimenti:

1. A. Messina, F. Negro, W. Bailer "Task-based Assessment of Automatic Metadata Extraction", EuroiTV 2013 Adjunct Proceedings pp. 69-70.
2. A. Antonini, L. Vignaroli, C. Schifanella, R. G. Pensa, M. L. Sapino, "MeSoOnTV: a media and social-driven ontology-based TV knowledge management system" Proc. of HyperText 2013, pp.208-203.

