

Esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza: confronto fra livelli stimati e valori misurati in siti critici individuati sul territorio della Città Metropolitana di Milano e della Provincia di Monza e Brianza.

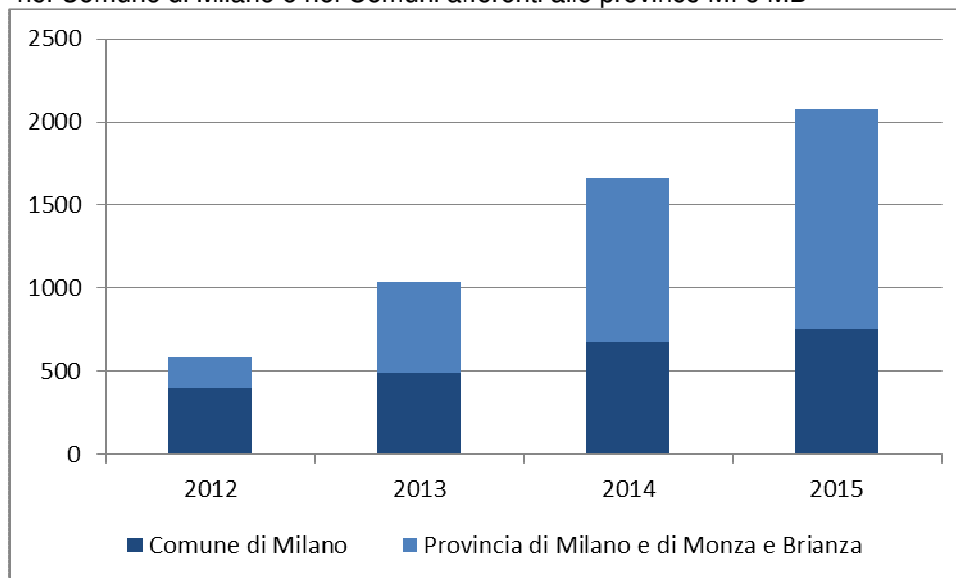
Blois A. Furini A. Confalonieri A. Paladini D. Pattini L. Peverelli G. Zavatti M. e Invernizzi S.
ARPA Lombardia, Dipartimenti di Milano e Monza Brianza,
Via Juvara, 22, 20129 MILANO l.pattini@arpalombardia.it
Via Solferino, 16 20900 MONZA m.zavatti@arpalombardia.it

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni lo sviluppo delle nuove tecniche di trasmissione dedicate alla telefonia mobile ha comportato l'aggiornamento della maggior parte delle stazioni radiobase già presenti sul territorio con l'implementazione della tecnica LTE, negli intervalli di frequenza 800 MHz - 1800 MHz - 2600 MHz e la redistribuzione delle potenze dedicate al sistema GSM e DCS e UMTS. Il Dipartimento di Milano e Monza Brianza svolge i propri compiti di vigilanza e controllo a supporto, come previsto dall'art. 14 della LQ 36/01, di 189 amministrazioni comunali (134 comuni afferenti alla Città Metropolitana di Milano e 55 comuni nella Provincia di Monza Brianza); la mappa della distribuzione degli impianti di telefonia mobile, estratta dal catasto regionale degli impianti di radiotelecomunicazione istituito e costantemente aggiornato da ARPA, mostra una importante concentrazione di stazioni radiobase nel solo Comune di Milano su cui insistono circa il 34% del numero totale di impianti (circa 3400) presenti sulle due aree provinciali. In particolare nel Comune di Milano sono presenti circa 6 stazioni radiobase per km² mentre nel restante territorio provinciale (188 comuni) la densità per km² si riduce drasticamente a una stazione radiobase per km².

Nel 2012 i gestori di telefonia mobile hanno dato inizio alle richieste - in regime di segnalazione certificata di inizio attività come previsto dal D.Lgs 289/03 - di modifica degli impianti già autorizzati e attivi sul territorio al fine di implementare nel più breve tempo possibile la nuova tecnica di trasmissione Lte e, contestualmente, apportare ottimizzazioni della rete (es inserimento del sistema umts sulle bande 900 MHz e 1800 MHz). Dall'esame delle richieste pervenute emerge chiaramente che circa la metà delle stazioni radiobase presenti nel Comune di Milano, nel solo anno 2012, sono state modificate con l'implementazione della tecnica Lte mentre sul restante territorio provinciale l'aggiornamento delle stazioni radiobase esistenti è stato pianificato progressivamente nell'arco degli anni.

Figura 1 – Distribuzione negli anni del n° di impianti con tecnologia LTE presenti nel Comune di Milano e nei Comuni afferenti alle province MI e MB



Le modifiche in molti casi hanno comportato anche un significativo incremento della potenza totale di ogni impianto: negli anni precedenti il 2012 la maggior parte degli impianti presenti sul territorio risultavano caratterizzati da una potenza totale al connettore d'antenna tipicamente inferiore ai 300 watt mentre in questi ultimi anni si è assistito a un progressivo e netto aumento delle potenze ovviamente necessarie in relazione all'aumentato numero di tecnologie gestite. L'incremento delle potenze, associato alle scelte di co-siting dei gestori, ha comportato inevitabilmente un incremento dei valori di campo elettromagnetico stimati nell'ambito dell'attività di valutazione preventiva: i valori di campo elettromagnetico stimati in corrispondenza di ambienti abitativi con permanenza continuativa non inferiore alle quattro ore, nonostante nella maggior parte delle richieste di modifica i gestori applichino il fattore alfa 24 (α_{24AUT}), risultano sempre più spesso prossimi al valore di attenzione di 6 V/m. ARPA Lombardia si è pertanto posta come obiettivo il controllo sul territorio dei siti definiti "critici" ovvero quelle situazioni in cui l'analisi previsionale ha restituito un valore di campo elettromagnetico superiore a 5,2 V/m. In questo lavoro si presentano i risultati ottenuti dal confronto fra livelli stimati e valori misurati nei siti critici individuati, e presso i quali è stato possibile accedere, presenti sul territorio della Città Metropolitana di Milano e della Provincia di Monza e Brianza riportando anche un caso tipo peculiare. Si precisa che in questa fase, per il solo comune di Milano urbanisticamente complesso e in continua trasformazione, si è scelto di considerare i soli casi caratterizzati da valori di campo prossimi a 6 V/m.

METODOLOGIA DI INDAGINE E ANALISI DATI

Le unità abitative in corrispondenza delle quali le stime di campo elettromagnetico hanno restituito valori superiori a 5,2 V/m o, nel solo caso del comune di Milano prossimi a 6 V/m, si trovano generalmente agli ultimi piani degli edifici posti in prossimità di stazioni radiobase. Ognuna di queste è stata contattata direttamente, o per il tramite dell'amministrazione comunale di riferimento, inviando una lettera in cui si illustrano le motivazioni della richiesta di accesso e le modalità di esecuzione delle misure strumentali proposte. Nella lettera si esplicita che la misurazione è a titolo gratuito e che la misura avrà una durata di circa 30 minuti: in prima battuta si propone una misura breve in banda larga e, in relazione di nuovo alla disponibilità dell'utente, in una fase successiva si propone la misura sul lungo periodo (almeno 24 ore). Non sempre i proprietari degli immobili contattati hanno dimostrato un interesse per il problema segnalato e per il controllo proposto, infatti nel biennio 2014-2015 sono state inviate circa 150 lettere ma di fatto la percentuale di riscontri positivi si attesta solo intorno al 55% (47% nel Comune di Milano e 59% nel restante territorio provinciale). A fronte di questo risultato, che denota un apparente scarso interesse alla problematica, non si osserva una contestuale riduzione negli anni del numero di esposti che i comuni ricevono direttamente dai cittadini e per i quali ARPA viene attivata dalle amministrazioni comunali. Si sottolinea che la stragrande maggioranza degli esposti non ricadono nella categoria di "siti critici" definiti secondo i criteri sopra esposti: spesso sono cittadini che pur avendo l'impianto, o gli impianti, in avvistamento ottico non si trovano nelle condizioni di maggiore esposizione (piano basso, elevata distanza dall'impianto, al di fuori delle direzioni di puntamento dei sistemi radianti etc).

Nel biennio 2014-2015 è stato possibile accedere a 83 unità abitative classificate "siti critici". In ognuna di queste sono state condotte misurazioni di campo elettromagnetico garantendo una misura puntuale su di un intervallo di 6 minuti in tutti gli ambienti dell'appartamento e nelle relative pertinenze (balconi e/o terrazzi). Dove è stato possibile è stata effettuata anche una misura in continuo per almeno 24 ore avvalendosi di una centralina di monitoraggio in banda larga o di una stazione di monitoraggio in banda stretta; in alcuni casi, in relazione ai valori esigui di campo elettromagnetico, non si è ritenuto necessario procedere con la misura sul lungo periodo. Inoltre, qualora la media dei valori misurati in continuo su di un intervallo minimo di 24 ore abbia superato il 75% del limite, come previsto dalla guida CEI 211-7, si è intervenuti con analisi di spettro per identificare le singole sorgenti di campo elettrico e quantificarne i relativi contributi.

STRUMENTAZIONE

Le misure puntuali sono effettuate con i misuratori a banda larga di campo elettrico attualmente in commercio quali il misuratore Wandel & Goltermann modello EMR 20 o EMR300 abbinato alla

sonda isotropica Type 8.1 - intervallo di frequenza 100 kHz÷3 GHz - e il misuratore Narda 8053 abbinato alla sonda EP330 - intervallo di frequenza 300 kHz÷3,5 GHz -. Per il monitoraggio in continuo sono utilizzate le centraline a banda larga Teseo Tesy2001, PMM8057 e PMM8055 munite di sonde isotropiche di campo elettrico – intervallo 100 kHz÷3 GHz - oppure la stazioni di monitoraggio in banda stretta PMM AMS-8060 in grado di monitorare su lunghi periodi fino a 20 bande differenti nell'intervallo di frequenza 75 kHz - 3 GHz. Per le misure selettive in frequenza ci si avvale dell'analizzatore di spettro modello ROHDE & SCHWARZ FSH8 associato ad una sonda isotropica TS-EMF- intervallo di frequenza 30 MHz÷3 GHz - oppure alla sonda elettro-ottica Thales. Tutte le rilevazioni sono condotte secondo quanto prescritto dalla guida tecnica CEI 211/7 e successive appendici. A conclusione di ogni sessione di misura vengono richiesti al/ai gestori i dati relativi alla configurazione d'esercizio del/degli impianti monitorati. In particolare si richiede il fattore alfa₂₄ dei giorni di misura in continuo, il riferimento dell'istanza/scia/87ter on-air, le potenze al connettore d'antenna on-air e l'inclinazione elettrica/meccanica on-air all'atto dei rilievi.

ANALISI DATI E CONSIDERAZIONI

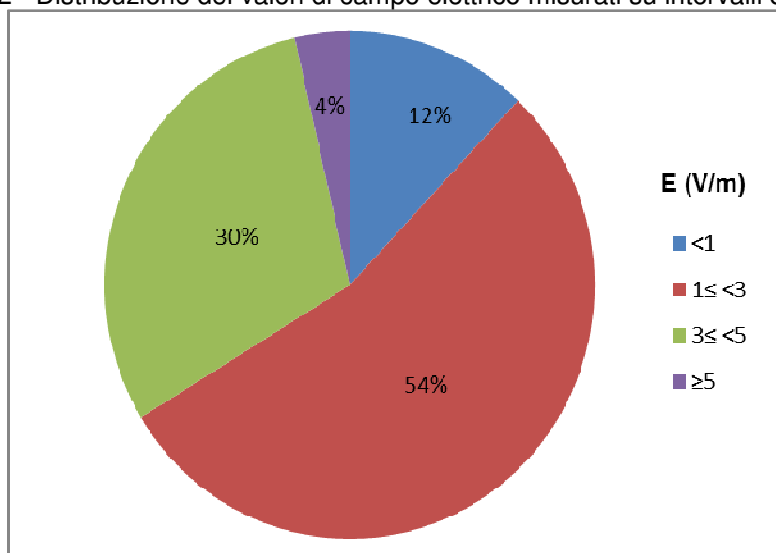
La tabella successiva riassume i risultati dei rilievi in campo elettrico suddivisi in base alla modalità di misura effettuata – puntuale, centralina in continuo o analisi di spettro – e alla corrispondente intensità di campo elettrico massima rilevata distribuita su quattro intervalli – valori inferiori a 1 V/m, compresi tra 1 V/m e 3 V/m, compresi tra 3 V/m e 5 V/m e superiori a 5 V/m.

Tabella 1 - Distribuzione delle diverse modalità di misura utilizzate

E (V/m)	N° misure puntuali (media su 6 minuti)	N° misure in continuo (massimo medie nelle 24h)	N° misure selettive (estrapolazione con α_{24DAY})
<1	10	1	0
1 ≤ <3	45	14	0
3 ≤ <5	25	11	4
≥5	3	1	1

In figura 2 si evidenzia, invece, la distribuzione percentuale dei valori di campo elettrico considerando esclusivamente le misure puntuali su intervallo di 6 minuti effettuate in tutti i siti indagati.

Figura 2 - Distribuzione dei valori di campo elettrico misurati su intervalli di 6 minuti



A fronte di un'analisi previsionale che restituisce una stima di campo elettrico superiori a 5.2 V/m, le misure puntuali evidenziano valori inferiori a 3 V/m per più del 50% dei casi. Solo nel 4% dei casi le stime modellistiche si avvicinano al valore misurato. Le medesime considerazioni, benché il numero di campioni sia inferiore, possono essere estese alle misure in continuo e,

sostanzialmente, alle misure selettive in frequenza. I principali elementi di criticità che concorrono alla discrepanza stima/misura sono di seguito riassunti:

- *mancata messa on-air dell'impianto*. La recente modifica della LR11/01 ha abrogato il comma 11 dell'art 7 ovvero l'obbligo del gestore di comunicare ad ARPA e al Comune l'attivazione di un nuovo impianto o delle modifiche apportate all'impianto esistente; ARPA programma i propri interventi sul territorio senza conoscere i tempi di messa on-air degli impianti e inevitabilmente la misura può interessare un impianto spento o non ancora aggiornato.
- *mancata attivazione di tecniche di trasmissione richieste in fase di istanza/scia/87ter*. La stazione di monitoraggio in continuo è stata posizionata in 6 dei "siti critici" di tabella 1, settata per l'acquisizione dei contributi di ogni tecnica di trasmissione (suddivise per frequenza) indicata nella documentazione degli impianti oggetto d'indagine: in un solo caso tutti i sistemi richiesti sono risultati attivi mentre nei restanti il dato di campo elettrico relativo a una o più tecnica non è stato registrato in quanto non on-air; quanto riscontrato in fase di misura è sempre stato confermato a posteriori dalle informazioni richieste e fornite dal gestore.
- *mancanza (totale o parziale) di avvistamento ottico sito di misura/impianto*. Il "sito critico" viene individuato sulla base della documentazione presentata dal gestore e assumendo l'ipotesi di propagazione del campo in spazio libero. Benché per l'espressione del parere ci si avvalga anche di mappe 3D disponibili in internet (Bing googlemaps), in alcuni casi, si è verificato solo in fase di misura che l'impianto oggetto dell'indagine non risulta in avvistamento dal sito d'indagine. Si ritiene pertanto particolarmente importante il livello di dettaglio della documentazione fotografica allegata alle richieste di parere anche in previsione dell'applicazione dei fattori di attenuazione previsti dalla Legge 179/12.
- *tilt elettrico/meccanico on-air e intervallo di tilt autorizzati*. Le stime preventive considerano l'intero intervallo di inclinazioni elettrico/meccaniche dichiarato dal gestore pertanto, una volta rilasciato il parere, il gestore può scegliere l'inclinazione elettrico/meccanica più adatta alle esigenze di traffico senza darne alcuna comunicazione. Questo modus operandi è risultato sicuramente funzionale per lo sviluppo e la gestione delle reti di telefonia mobile ma rappresenta, oggi, un elemento di forte criticità nell'attività di controllo: il "sito critico" è scelto sulla base delle combinazioni di tilt che restituiscono il valore di campo peggiore e raramente la misura di campo viene effettuata con tali combinazioni on-air. Peraltro, soprattutto nel Comune di Milano, si rilascerebbero un numero inferiore di pareri negativi se si considerasse il tilt di progetto nelle valutazioni preventive. A meno di altri fattori confondenti, la stima effettuata a posteriori impostando i tilt on-air risulta sempre in buon accordo con il valore misurato.
- *discrepanza tra potenze in antenna dichiarate e potenze on-air*. In diverse situazioni la potenza effettivamente utilizzata per ogni tecnica trasmissione è inferiore alla potenza autorizzata: a titolo di esempio si riporta di seguito un caso tipo verificatosi nel Comune di Milano.

CASO TIPO

Di seguito si mostra un esempio tipo di situazione per il quale l'Agenzia attiva misure di controllo.

A settembre 2012 viene protocollata in ARPA una richiesta di parere tecnico da parte della società H3G per l'installazione di una SRB in via Amerigo Vespucci, 2 nella città di Milano. A seguito dell'analisi previsionale viene emesso un parere tecnico favorevole all'installazione dell'impianto.

A luglio 2015 Vodafone richiede un parere tecnico per l'installazione di un suo impianto di telefonia sempre in via A. Vespucci. Viene eseguita una nuova analisi di impatto elettromagnetico che evidenzia dei punti in cui non è rispettato il valore limite di campo elettrico di 6 V/m. Da un confronto delle mappe dell'intorno dei 200 metri dell'impianto datate 2012 e 2015 si osserva che tra il 2013 e 2014 sono stati costruiti dei nuovi palazzi.

In particolare dall'analisi previsionale effettuata nel 2015 per l'installazione dell'impianto Vodafone emerge che presso il nuovo palazzo in via Joe Colombo, alla quota di 40 metri si stima un possibile superamento del limite normativo solo con il contributo dell'impianto H3G preesistente.

Figura 3 - Via A. Vespucci, 2 Milano Mappa anno 2012 e anno 2015



Si decide pertanto di eseguire delle misure di controllo presso gli appartamenti agli ultimi piani del palazzo in via Joe Colombo (foto fig.5). Nel settembre 2015 si eseguono misure istantanee in banda larga presso i terrazzi al 5°, 6°, 7°, 8°, 10° piano e, alla luce del nuovo D.lgs 179/2012 che prevede che il limite debba esser confrontato con la media dei valori misurati nell'arco delle 24 ore, si posiziona una centralina in continuo per una settimana sul terrazzo al settimo piano dove si è rilevato un valore di campo elettrico pari a 4.3 V/m.

Figura 4 - Nuovo palazzo, via J. Colombo



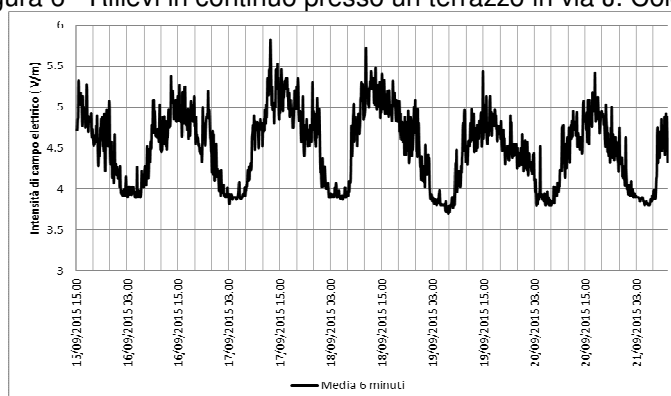
Figura 5 - Area di indagine



Nella figura 7 è rappresentato l'andamento temporale della media nei 6 minuti del campo registrato dal giorno 15/09/2015 al giorno 21/09/2015 presso il terrazzo indagato. Sulla base dei dati puntuali è stata calcolata la media mobile per ogni intervallo di 24 ore; il valore massimo di tale media sull'intero periodo di monitoraggio è risultato pari a 4.7 V/m.

Nel caso in esame il valore misurato dell'impianto H3G differisce in maniera sostanziale dal valore stimato per la valutazione previsionale del secondo impianto.

Figura 6 - Rilievi in continuo presso un terrazzo in via J. Colombo



Una volta richiesti i dati di effettiva configurazione dell'impianto è stata rivalutata la stima ponendo come potenza ai connettori di antenna quella media registrata nelle 24 h, che risulta essere il 15% circa di quella presentata nella richiesta.

Tabella 2 - Confronto tra valori stimati e misurati per l'impianto H3G

Valore stimato sulla base della configurazione presentata dal gestore (V/m)	Valore misurato mediante analizzatore di spettro (V/m)	Valore stimato sulla base della configurazione fornita dal gestore relativa al giorno della misura (V/m)
5.0	1.8	1.8

La tabella sottolinea che nel caso in cui è possibile effettuare la stima modellistica avendo a disposizione i dati "on air" reali il valore teorico è concorde con il dato misurato.

CONCLUSIONI

I dati raccolti nel biennio 2014/2015 relativi all'attività di controllo focalizzata su "siti critici" presenti sul territorio ha evidenziato che spesso le misure a banda larga eseguite mostrano uno scostamento significativo, in difetto, rispetto al valore di campo elettrico stimato in fase di analisi previsionale. Diverse sono le possibili cause che concorrono a tale disallineamento: le maggiori criticità si riscontrano se il gestore dichiara un valore di potenza nominale in antenna che non implementa on-air e quando l'impianto non viene realizzato nella configurazione peggiore emersa dalla valutazione modellistica condizione, di fatto, riscontrabile nella maggior parte degli impianti. L'attività di controllo su "siti critici" è tutt'ora in corso e, auspicando in una sempre maggiore collaborazione con i cittadini, si aggiorneranno le informazioni riportate in questo lavoro cercando di individuare eventuali altri elementi di criticità non emersi in questa prima fase e, se possibile, trovare una soluzione a quelli già individuati.

BIBLIOGRAFIA

- Legge n.36/2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici"
- DPCM 8/07/2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz"
- Decreto Legislativo n. 259/2003 "Codice delle comunicazioni elettroniche"
- Legge Regionale 11 del 2001
- Legge n.221/2012 "Conversione in legge, con modificazioni, del DL n.179/2012, recante ulteriori misure urgenti per la crescita del Paese"
- Qualità dell'ambiente urbano - XI Rapporto. Focus su Inquinamento elettromagnetico e ambiente urbano Caratterizzazione di siti in ambito urbano in presenza di stazioni radio base per l'applicazione di tecniche della norma CEI 211-7/E: un caso di studio a Como D. De Bartolo, E. Nava, M.E. Zavatti e altri