

Impatto ambientale della telefonia cellulare: andamento temporale dei livelli di fondo elettromagnetico

A. Bampo¹, S. Barba¹, M. Benes¹, M. Marzona¹, A. Merlino¹, C. Montefusco¹, M. Moretuzzo¹, N. Poles¹,
A. Soldan²

¹ARPA-FVG Via Cairoli, 14 Palmanova (UD)

²Università degli Studi di Udine – Dipartimento di Area Medica - Corso di laurea in Tecniche della
Prevenzione nell'Ambiente e nei luoghi di Lavoro, Viale Ungheria, 20 Udine

anna.bampo@arpa.fvg.it

Riassunto

Il continuo sviluppo delle telecomunicazioni ha portato, negli ultimi vent'anni, ad una copertura radioelettrica sempre più capillare del territorio, con l'inserimento e l'ammodernamento degli impianti per la telefonia mobile. Tali sorgenti di campo elettromagnetico costituiscono una pressione per l'ambiente, che viene gestita dalle Agenzie mediante appositi database e monitorata mediante misure di fondo in banda larga.

L' ARPA-FVG ha popolato, nel corso degli anni, un database di oltre 40.000 misure, è stato quindi possibile analizzare statisticamente i valori di campo elettrico rilevati presso gli impianti di telefonia allo scopo di indagarne l'andamento temporale.

Per descrivere lo stato dell'ambiente per questa particolare tematica, il territorio è stato suddiviso in tasselli di 1 chilometro quadrato mediante un reticolo. Tale strumento può risultare utile anche per eventuali studi epidemiologici da effettuare considerando tutte le informazioni disponibili in corrispondenza ad ogni singolo tassello inerenti le sorgenti, le misure ed i dati sanitari.

Successivamente, a completamento dell'analisi, il territorio è stato suddiviso in macro-aree (corrispondenti alle quattro province ed all'intera regione), per studiare l'andamento temporale dei livelli di campo elettrico anche su aree più vaste.

INTRODUZIONE:

Le Agenzie Regionali/Provinciali per l'Ambiente (ARPA/APPA) svolgono il monitoraggio e il controllo degli impianti a radiofrequenza finalizzati alla protezione della popolazione dai campi elettromagnetici.

L' ARPA svolge una duplice azione per il monitoraggio di tali impianti: la prima è un'attività preventiva all'installazione, ovvero la verifica della compatibilità del progetto con i limiti di legge relativi ai campi elettromagnetici, la seconda è l'attività di misura delle emissioni a impianto installato. L'Agenzia quindi ha monitorato negli anni sia l'andamento del numero d'installazioni, inserendo i dati nel Catasto Regionale degli Impianti Radioelettrici, che la variazione dei valori di campo sul territorio (Bampo, 2012).

Nel seguito verranno descritte le caratteristiche delle sorgenti esaminate e, per le stazioni radiobase di telefonia mobile, verrà rappresentata la distribuzione sul territorio ed il progressivo incremento della potenza autorizzata. Si passerà poi alla descrizione del dato disponibile (misure in Banda Larga del campo elettrico) ed all'analisi statistica effettuata al fine di ottenere informazioni sull'andamento temporale del fondo elettromagnetico per diverse tipologie di estensione geografica dell'area di analisi.

DESCRIZIONE DELLE PRESSIONI

Le tipologie d'impianto più importanti per quel che riguarda le emissioni elettromagnetiche sono le Radio-TV e le antenne per la telefonia mobile: se le prime sono rimaste sostanzialmente stabili nel tempo, le seconde hanno subito un notevole aumento nel corso degli anni sia in termini di numero di siti che in termini di potenza trasmissiva (Bampo, 2015, De Donato, 2015, Poli, 2015, Adda, 2015).

Si ritiene pertanto opportuno, nell'ottica della valutazione dell'incremento dei livelli di campo elettromagnetico, fornire una rappresentazione della crescita di queste ultime

Nella fig. 1 è riportato l'andamento relativo agli impianti di telefonia (stazioni radio base - SRB) dal 2001 ad oggi, sia per quanto riguarda il numero di impianti che la potenza complessiva. La crescita risulta evidente per entrambi i parametri rappresentati: la curva che interpola i valori dei vari anni, evidenzia come l'andamento del numero degli impianti ha subito un rallentamento nell'ultimo periodo (indicativamente dal 2011) mentre la potenza totale ha continuato ad aumentare (secondo una parabola). Questo è presumibilmente legato al fatto che la rete per la telefonia mobile è oramai sufficientemente fitta e l'attività dei gestori si è concentrata maggiormente sulla riconfigurazione degli impianti esistenti e l'attivazione su questi delle nuove tecnologie di trasmissione (UMTS-3G, LTE-4G).

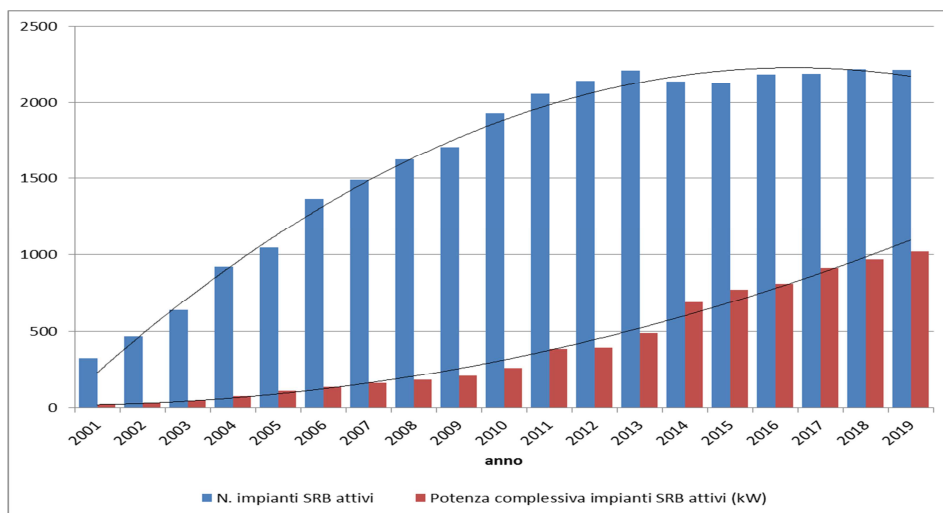


Figura 1 - Andamento del numero degli impianti di telefonia (stazioni radio base - SRB) e della potenza totale in regione dal 2001 ad oggi.

LA DISTRIBUZIONE DELLE SORGENTI SUL TERRITORIO

Gli impianti di telefonia mobile, a differenza di quelli radio-televisivi, hanno bisogno di essere inseriti all'interno del tessuto urbano. Questo per poter garantire la copertura di rete ed il servizio all'utenza: ogni stazione radiobase riesce a soddisfare infatti un numero limitato di utenti e quindi deve esser duplicata a breve distanza secondo una struttura cellulare. Ne consegue che la maggiore densità di impianti verrà riscontrata in corrispondenza della maggiore densità abitativa e quindi nei centri urbani maggiormente popolati (Moretuzzo, 2005).

I quasi duemila impianti SRB della regione costituiscono quindi una pressione diffusa sul territorio con una distribuzione spaziale come quella illustrata in fig. 2, in cui viene mostrato il reticolo realizzato con tasselli di 1 chilometro quadrato e la corrispondente densità di impianti. È stata scartata l'ipotesi di suddividere il territorio regionale per comuni per il fatto

che la maggior parte di essi presenta aree estese distanti dalle sorgenti. Tale ripartizione quindi avrebbe lo svantaggio di diluire troppo il contributo delle sorgenti stesse.

Legenda

Numero di SRB

- 0-1
- 1-3
- 3-5
- 5-10
- 10-30

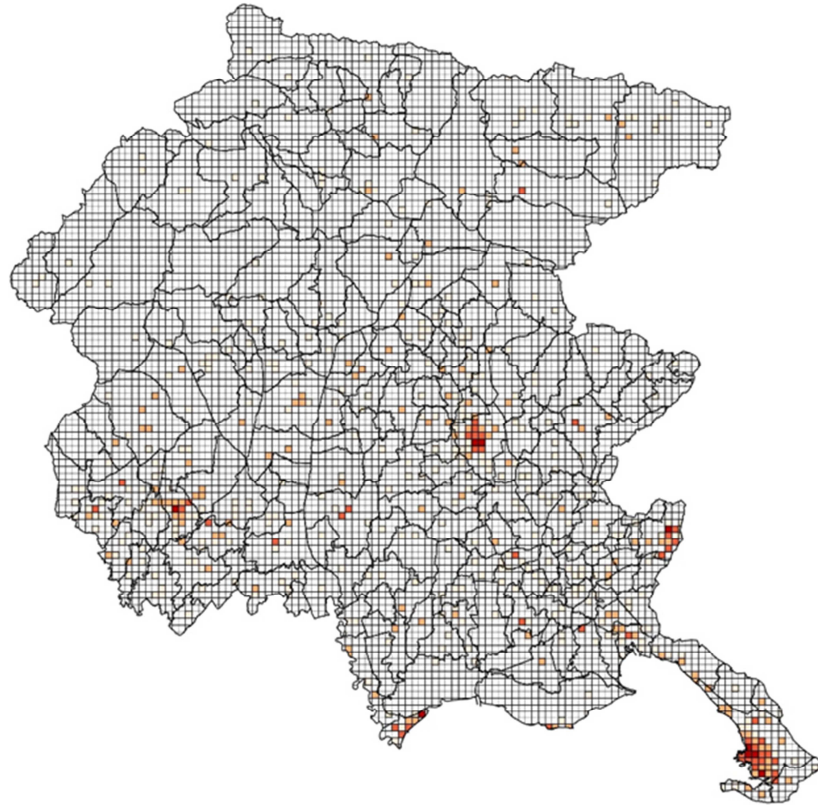


Figura 2 - Reticolo di suddivisione della regione in tasselli di 1 km² e rappresentazione della densità di impianti SRB.

Dall'osservazione della figura emergono le aree cittadine maggiormente popolate, come i capoluoghi di provincia (Trieste, Udine, Pordenone e Gorizia), e le principali città: Cervignano del Friuli, Cividale del Friuli, Codroipo, Grado, Lignano Sabbiadoro, Monfalcone, Palmanova, Sacile, San Vito al Tagliamento. Al fine dell'analisi statistica oggetto del presente lavoro, sono stati scelti i tasselli con una densità di impianti SRB maggiore od uguale a 6, tale valore è risultato il più idoneo a rappresentare le aree a maggiore densità abitativa. In fig. 3 viene riportato tra parentesi, accanto al nome del comune, il numero di impianti SRB ricadenti nel tassello considerato. Per alcuni comuni sono emersi due tasselli con densità di SRB maggiore a 6 e in questi casi sono stati analizzati entrambi.

DESCRIZIONE DELLO STATO DELL'AMBIENTE

Le misure di campo elettrico sono state svolte in Banda Larga (ai sensi della Norma CEI 211-7) a partire dal 2000. La soglia di sensibilità della strumentazione maggiormente impiegata si attesta attorno ai 0.30-0.35V/m. Tali misure sono state effettuate prevalentemente in vicinanza alle SRB nell'ambito della valutazione dei livelli di fondo elettromagnetico per l'emissione dei pareri tecnici preventivi. Hanno pertanto una distribuzione spaziale che ricalca quella presentata in fig. 2 per le SRB.

RISULTATI DELLO STUDIO SU MICROAREE

Per valutare lo stato e la variazione nel tempo dei livelli di campo elettromagnetico presenti in regione, è stata effettuata un'analisi statistica utilizzando il reticolo descritto in precedenza e considerando le misure di campo elettrico ricadenti nei tasselli selezionati.

Poiché lo scopo del presente lavoro è quello di studiare la variazione nel tempo del campo elettrico su tutto il territorio si è scelto di non considerare le situazioni di criticità puntuale, ma di considerare la distribuzione generale dei valori di campo elettrico. Si sottolinea che poiché la potenza emissiva degli impianti radio e TV è maggiore di quella degli impianti di telefonia, è proprio in prossimità dei siti radiotelevisivi che si riscontrano i valori più elevati di campo elettrico, tali aree hanno estensioni limitate e sono generalmente lontane dalle aree urbane. Operativamente quindi si è proceduto selezionando le misure effettuate nei pressi delle SRB (misure entro 300 metri da esse), escludendo quelle effettuate in condizioni particolari (quelle eseguite ai piani alti, all'interno di abitazioni o in occasioni di verifiche su singoli impianti), al fine di poter garantire una maggiore uniformità di condizioni di misura e quindi per poter confrontare agevolmente dati simili di diversi anni. Si sono così ottenuti più di 20000 dati di misura sui quali effettuare l'analisi.

Tale scelta non garantisce tuttavia una sufficiente copertura del territorio in ciascun anno, pertanto si è deciso di operare una aggregazione delle misure in gruppi di 4 anni (periodo maggiormente rappresentativo).

In fig. 3 viene riportato l'andamento del campo elettrico medio per ogni tassello considerato. E' possibile osservare come vi sia una tendenza all'aumento dei livelli di campo misurati per la maggior parte dei comuni.

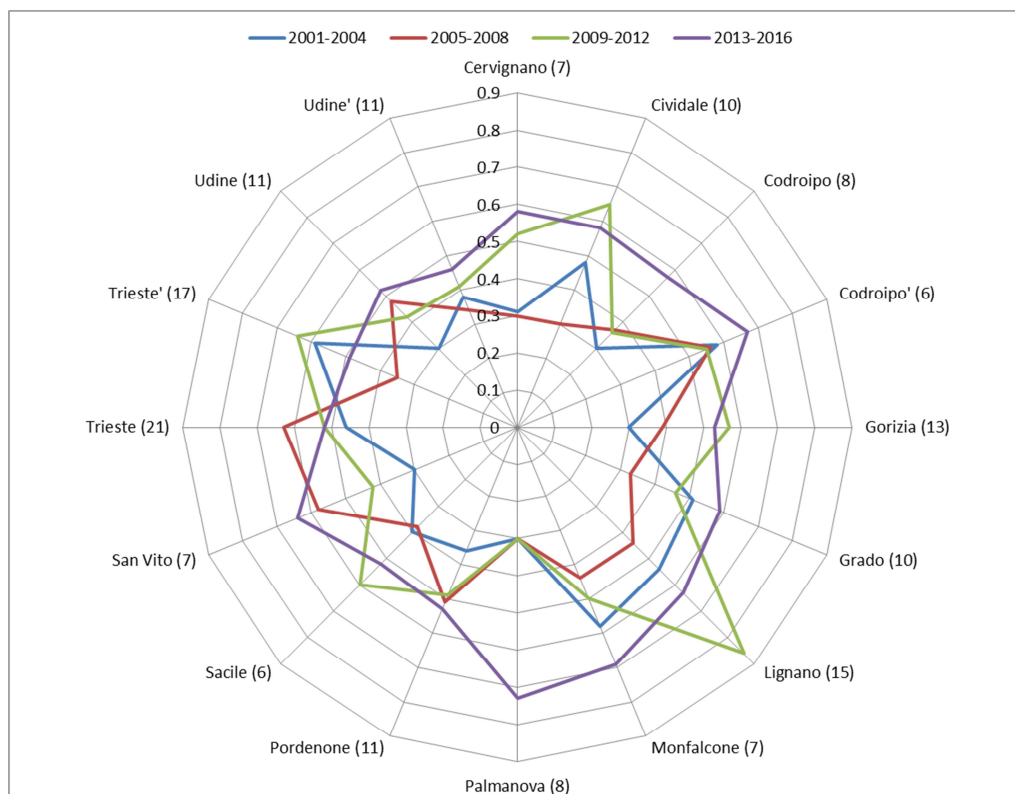


Figura 3 – Andamento del campo elettrico medio per ogni tassello considerato.

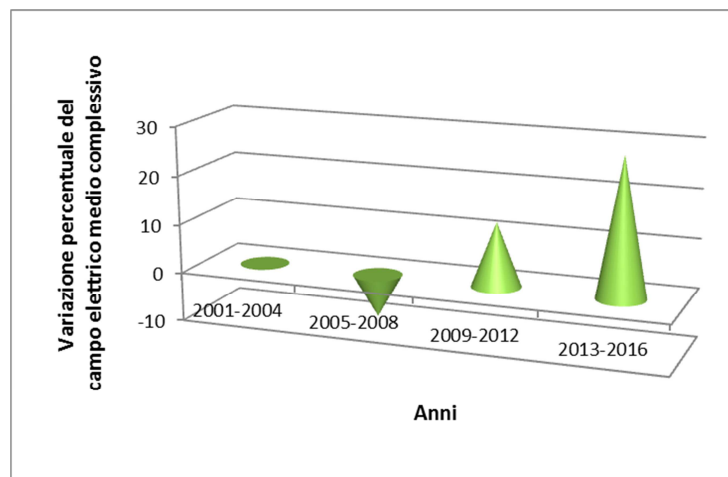


Figura 4 – Variazione percentuale del campo elettrico medio complessivo.

Nel diagramma di fig. 4 viene riportato come risultato il valore medio complessivo di campo elettrico, inteso su tutti i tasselli considerati, rappresentato come variazione percentuale rispetto ai dati del periodo 2001-2004. Si evince un incremento di circa il 20% in quindici anni dei valori di campo elettrico relativi al fondo elettromagnetico. Anche in [5] è stato messo in luce un risultato analogo. Si noti l'oscillazione iniziale negativa, in corrispondenza al quadriennio 2005-2008, presumibilmente attribuibile alla statistica delle misure per valori prossimi a quelli della soglia di sensibilità dello strumento.

RISULTATI DELLO STUDIO SU MACROAREE

A completamento dell'analisi condotta in precedenza, è stata effettuata anche un'analisi statistica per vaste porzioni di territorio: l'intera regione e le sue province, ottenendo i risultati illustrati nelle figg. 5a e 5b:

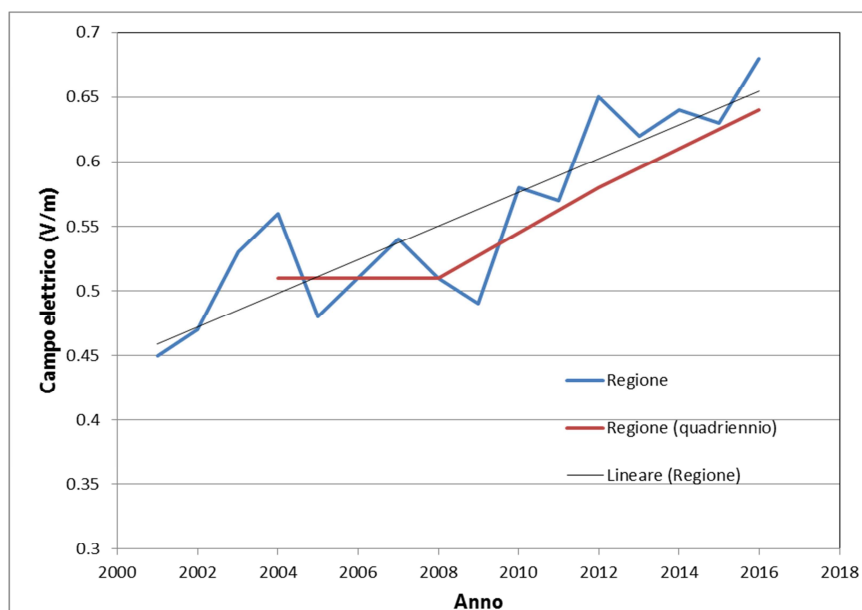


Figura 5a - Evoluzione negli anni del campo elettrico medio sul territorio regionale.

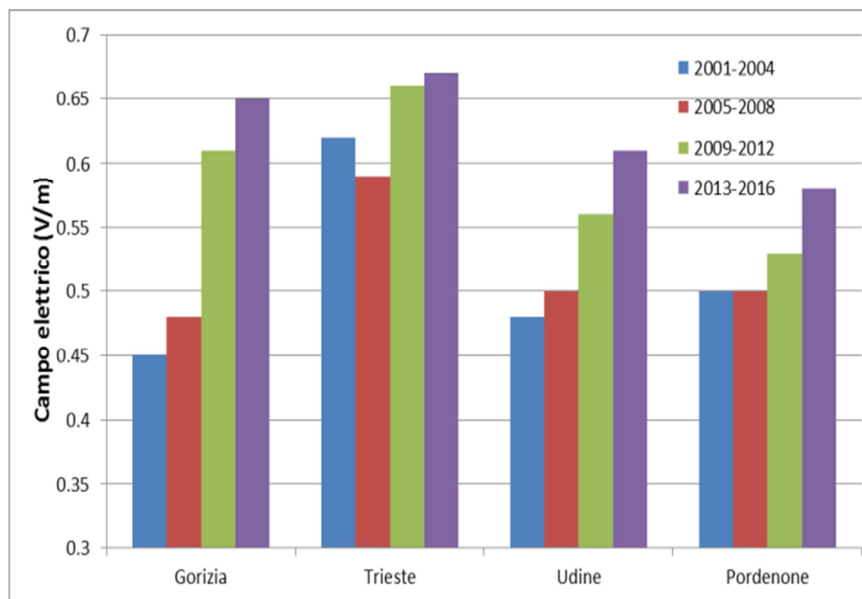


Figura 5b - Evoluzione negli anni del campo elettrico medio nelle province.

È interessante osservare l'andamento medio (curva rossa) che rispecchia ancora una volta quanto ottenuto per le microaree (aumento di circa 20%), inoltre l'andamento è approssimativamente lineare, come ci si può aspettare dalla crescita parabolica della potenza complessiva degli impianti riportata in precedenza in fig. 1 e dalla relazione quadratica tra campo elettrico e potenza. Allo stesso modo il trend è crescente, anche se poco significativamente, per le singole province.

DISCUSSIONE ED INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI

Per cercare di spiegare l'evoluzione riscontrata, è possibile formulare alcune ipotesi collegate alla specifica natura delle sorgenti interessate. Per fare ciò è necessaria una piccola premessa di carattere generale: la telefonia mobile è un fenomeno piuttosto recente, basti pensare all'emergere dell'uso del telefono cellulare ed alla sua evoluzione in questi anni. Lo sviluppo della rete di telefonia procede di pari passo ed è suscettibile alle leggi di mercato. I gestori di telefonia, inoltre, operano delle scelte privilegiando nel tempo alcune aree piuttosto che altre e colmando il divario magari successivamente. Le nuove tecniche impiegate per la codifica del segnale possono venire implementate prima di tutto nelle città maggiormente popolate, anche se non è detto che per l'utenza sia già avvenuto il cambio dei dispositivi cellulari. Come ulteriore parametro interpretativo si deve considerare la scelta dei punti di misura (eseguiti principalmente per la valutazione del fondo elettromagnetico) che tipicamente viene effettuata sulla base delle richieste di parere dei gestori. Nei diversi anni quindi le misure possono essere state effettuate in aree differenti tra loro: centro anziché periferia, aree urbane invece che extraurbane. La fluttuazione delle misure in anni successivi evidenziate nelle figure dipende quindi da questi fattori, che si riducono quando si considerano periodi di monitoraggio più lunghi (4 anni), presentando pertanto un andamento più regolare.

Comunque, si rileva che mentre il valore della potenza negli ultimi 10 anni (2006-2016) è aumentato di sei volte e il numero degli impianti è aumentato di più di una volta e mezza, non si ha analogo riscontro nell'aumento dei valori misurati (variazione massima del 20%). La discrepanza tra valori misurati e valori attesi considerando la relazione quadratica tra campo elettrico e potenza trova una probabile motivazione nel fatto che l'aumento degli impianti e delle potenze è ricavato dalle informazioni provenienti dalle richieste di

installazione/modifica delle SRB nelle quali viene fornita per legge la potenza massima utilizzabile dall'impianto. In realtà alcuni impianti potrebbero non essere stati ancora realizzati ovvero funzionare a potenze inferiori a quelle di progetto, ne consegue che il catasto delle sorgenti rappresenta una condizione teorica e non una situazione concreta, mentre le misure indicano le emissioni effettivamente presenti sul territorio.

È importante ricordare che il funzionamento di ogni antenna di telefonia e quindi le sue emissioni, sono legate al numero di utenti connessi in quel particolare momento e sono legate alla tecnologia che utilizzano. In generale l'utenza potrebbe essere tecnologicamente in ritardo rispetto alla disponibilità messa in campo dai gestori.

La discordanza tra i dati degli impianti e i dati di misura è più evidente per la provincia di Trieste. In tal caso ciò può dipendere anche da una scelta dei punti di misura che, effettuati generalmente a livello del terreno, non riescono a cogliere perfettamente i valori di campo in quanto risultano schermati dagli edifici. Trieste presenta inoltre un'orografia del territorio più complessa di quella degli altri capoluoghi di provincia.

CONCLUSIONI

Lo studio condotto sull'andamento temporale del fondo elettromagnetico generato dagli impianti di telefonia mobile sul territorio della Regione Friuli Venezia Giulia, per misure che coprono un arco temporale di 16 anni, ha portato ai seguenti risultati.

Per le microaree è stato possibile osservare che i livelli di campo elettrico medio hanno un andamento lievemente crescente, pur mantenendosi ampiamente al di sotto dei limiti di legge previsti dal DPCM 08.07.03 (valore di attenzione di 6 V/m). È interessante osservare che l'incremento medio per tutti i Comuni di cui alla fig. 3 corrisponde a circa il 20%.

Per le macroaree si ha un andamento lievemente crescente dei valori di campo elettrico (aumento di circa il 20%), pur mantenendosi ampiamente al di sotto dei limiti di legge previsti dal DPCM 08.07.03 (valore di attenzione di 6 V/m). Si può inoltre osservare che l'aumento è approssimativamente lineare come conseguenza dall'aumento parabolico di potenza degli impianti SRB.

La discrepanza riscontrata tra l'aumento di potenza e l'aumento dei livelli di fondo può attribuirsi alle leggi di mercato che regolano sia l'iter autorizzativo che il livello tecnologico dei dispositivi cellulari in possesso dell'utenza.

Sulla base dei risultati ottenuti nel presente lavoro è possibile inoltre proporre l'utilizzo degli indicatori *densità di impianti SRB* e *campo elettrico medio per porzione di territorio* come utili parametri per la descrizione delle pressioni e dello stato dell'ambiente. Questi risultano in grado di fornire informazioni sia per studi su macroaree che su microaree (tasselli di 1 km²). Inoltre il ricorso allo strumento cartografico del *reticolo* permette di effettuare analisi comparate e di correlazione anche con altre basi dati, come ad esempio eventuali dati epidemiologici.

Infine, la situazione potrebbe evolvere in futuro con l'introduzione da parte dei gestori della quinta generazione (5G), chiamata anche *Internet of Things* (IoT) (Confalonieri, 2018), che prevede collegamenti alla rete non più da parte delle sole persone, ma anche da parte delle cose (elettrodomestici, automobili, sistemi di allarme, ecc.). Il cambio della tipologia dell'utenza potrebbe quindi modificare la situazione attuale più di quanto non abbia fatto l'evoluzione della tecnologia dei telefoni cellulari.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Bampo A. et al., *Catasto degli impianti radioelettrici per telecomunicazioni: un nuovo approccio per la comunicazione dei dati*. 2012 AIRP Atti del XXXV Congresso Nazionale di Radioprotezione, Venezia.
- [2] Bampo A et al., *Analisi dei dati storici delle Stazioni radio base (SRB) e delle misure in radiofrequenza (RF) in tre città della Regione Friuli Venezia Giulia (Pordenone, Udine, Trieste)*, 2015 ISPRA Focus su inquinamento elettromagnetico e ambiente urbano, XI Rapporto.
- [3] De Donato S.R. et al., *Confronto fra i livelli stimati di campo elettrico prodotti da antenne di telefonia mobile su edifici residenziali della provincia di Rimini negli anni 2014 e 2009*, 2015 ISPRA, Focus su inquinamento elettromagnetico e ambiente urbano, XI Rapporto.
- [4] Poli S. et al., *Esposizione della popolazione al campo elettrico prodotto dalle stazioni radio base: risultati per i comuni capoluogo del Veneto*, 2015 ISPRA Focus su inquinamento elettromagnetico e ambiente urbano, XI Rapporto.
- [5] Adda S. et al., *Esposizione ai campi elettromagnetici a radiofrequenza nelle aree urbane del Piemonte: evoluzione normativa e variazione dei livelli di campo*, 2015 ISPRA Focus su inquinamento elettromagnetico e ambiente urbano, XI Rapporto.
- [6] Moretuzzo M. et al., *Centraline per il monitoraggio in continuo dell'inquinamento elettromagnetico: proposta di un metodo di localizzazione*, 2005 AIRP Convegno nazionale di radioprotezione, Catania.
- [7] Confalonieri A. et al., *Il 5G: quali prospettive future nell'attuale quadro normativo*, 2018 AIRP XXXVII Congresso Nazionale AIRP di radioprotezione, Bergamo.