

# Misure di campo elettrico a radiofrequenza in ambiente ripetute nel tempo

Cappio Borlino M., Cerise L., Imperial E., Bottura V., Desandré C.  
Arpa Valle D'Aosta, Loc. Grande Charrière 44, Saint Christophe (AO), nir@arpa.vda.it

*La famiglia di impianti a radiofrequenza più diffusa sul territorio del comune di Aosta è costituita dalle stazioni radio base (SRB) per la telefonia mobile. La configurazione delle SRB è in continua evoluzione sia per l'introduzione di nuovi servizi resi disponibili dall'evoluzione tecnologica sia per l'aumento della diffusione di quelli già consolidati.*

*L'ARPA della Valle d'Aosta svolge un'attività, a partire dall'anno 2003, finalizzata al rilievo del fondo elettromagnetico a radiofrequenza sul territorio del comune di Aosta.*

*Al termine di una prima capillare e articolata fase di rilievo del fondo elettromagnetico su tutto il territorio comunale, negli anni a seguire sono state ripetute misure a banda larga in punti campione opportunamente identificati, in modo da registrare la variazione dell'esposizione dei cittadini negli spazi aperti.*

*A quasi 10 anni dalle prime misure è possibile valutare, grazie all'analisi della serie storica dei dati, l'evoluzione territoriale e tecnologica delle SRB nella città di Aosta, alla luce anche delle variazioni urbanistiche che l'hanno interessata.*

## INTRODUZIONE

La città di Aosta è situata in una conca circondata da alti rilievi (fig. 1): questa particolare posizione rende possibile collocare tutte le antenne per la diffusione del segnale radio televisivo al di fuori del territorio comunale, in postazioni a quote elevate dalle quali il segnale può essere diffuso agevolmente sulla città. In città sono presenti solo i ponti radio che trasmettono dagli studi radiotelevisivi agli impianti di diffusione citati i segnali che devono essere distribuiti capillarmente.

La famiglia di impianti a radiofrequenza più diffusa sul territorio del comune di Aosta è, dunque, costituita dalle stazioni radio base (SRB) per la telefonia mobile.

Sia per l'introduzione di nuovi servizi resi disponibili dall'evoluzione tecnologica, sia per l'aumento della diffusione di quelli già consolidati, la configurazione delle SRB è in continua evoluzione, per questo motivo a seguito di una prima importante campagna di rilevamento dell'impatto elettromagnetico generato sul territorio comunale tra gli anni 2003 e 2004, si è proceduto sistematicamente ogni anno ad effettuare, in un set di punti campione, la misura del campo elettrico generato in ambiente aperto.

A circa 10 anni dall'inizio del lavoro si sono elaborati i valori rilevati per valutare eventuali ulteriori informazioni presenti in una così significativa serie di dati temporali.

Figura 1. Città di Aosta



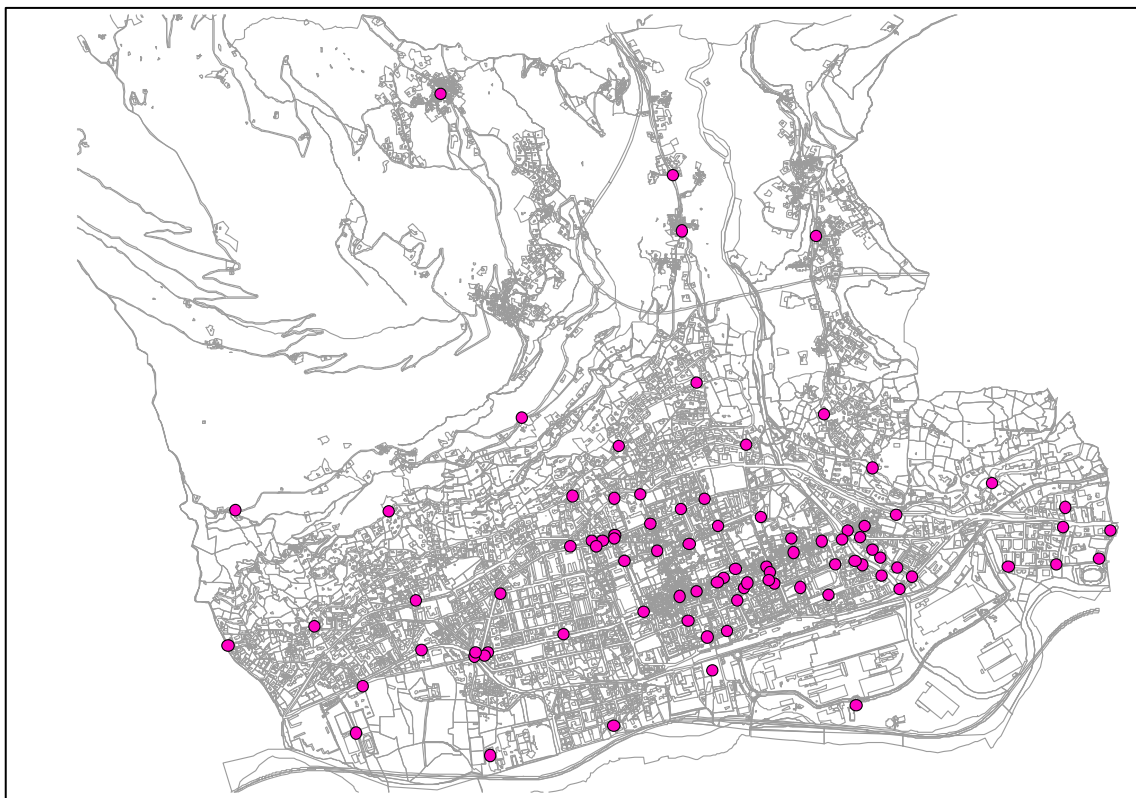
## MISURE E METODI DI ANALISI

A fronte dell'articolata campagna di misura del fondo elettromagnetico a banda larga e stretta a più livelli dal suolo condotta nel 2003/2004, le misure di campo elettrico ripetute sistematicamente negli anni sono state quelle a banda larga a livello stradale.

Tali misure vengono ripetute ogni anno nello stesso periodo stagionale (primavera/estate), per un tempo totale di misura non superiore ad 1 mese e sempre nello stesso arco di ore della giornata (le ore centrali della mattina), per avere dati il più possibile confrontabili tra loro.

Fino all'anno 2007 il numero di punti campione scelto è stato di 78, opportunamente distribuiti sul territorio anche in relazione alla distribuzione degli impianti. Nel 2008, però, proprio a causa dell'aumento della presenza di stazioni radio base sia sul comune stesso che in quelli limitrofi, si è deciso di implementare il numero dei punti di controllo in modo da coprire meglio il territorio. Sono stati aggiunti altri 9 punti, per un totale di 87, scelti sempre tra i 606 monitorati nella prima misurazione completa (fig. 2).

Figura 2. Punti campione sul comune di Aosta in cui si ripetono le misure nel tempo



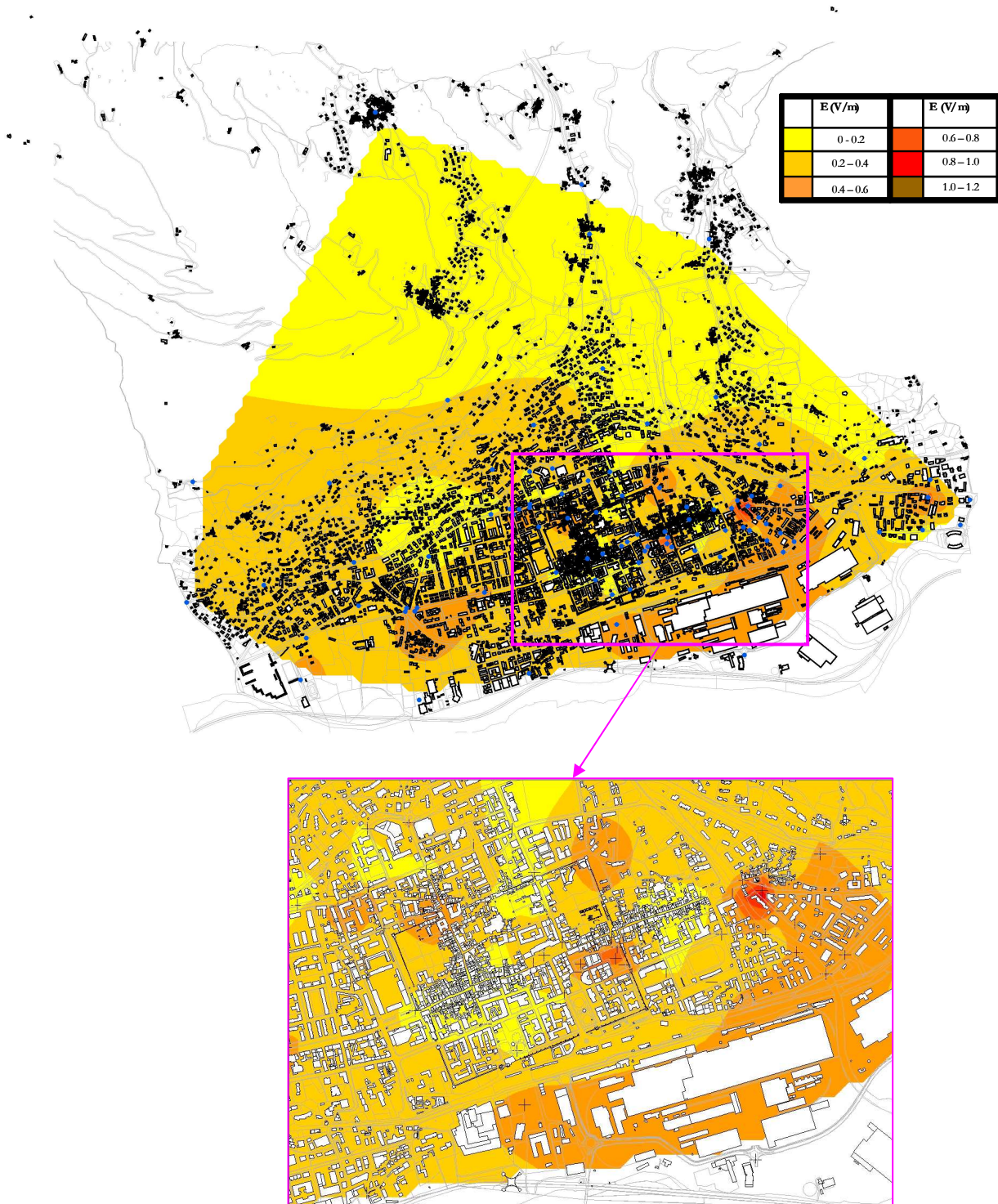
L'aumento dei punti di controllo nell'anno 2008 ha permesso di migliorare le conoscenze in quelle zone dove sono stati inseriti nuovi impianti o dove sono stati sostanzialmente modificati quelli esistenti.

Per ciascun set di dati, relativo ad ogni anno, è stata quindi eseguita una interpolazione tra i dati in modo da vedere, indicativamente, quale fosse l'esposizione al campo elettrico sul resto del territorio cittadino.

I punti di controllo sono più fitti nella parte centrale della città, dove sono collocati più impianti e dove, in corrispondenza del centro storico, vi è un'ampia area pedonale in cui è maggiore la presenza di persone, e si diradano alle estremità del territorio comunale, quindi le interpolazioni hanno una valenza più precisa nella zona centrale. Il tipo di interpolazione scelta tra i dati di misura è il Natural Neighbor, vista la non omogeneità della distribuzione dei punti stessi (fig. 3).



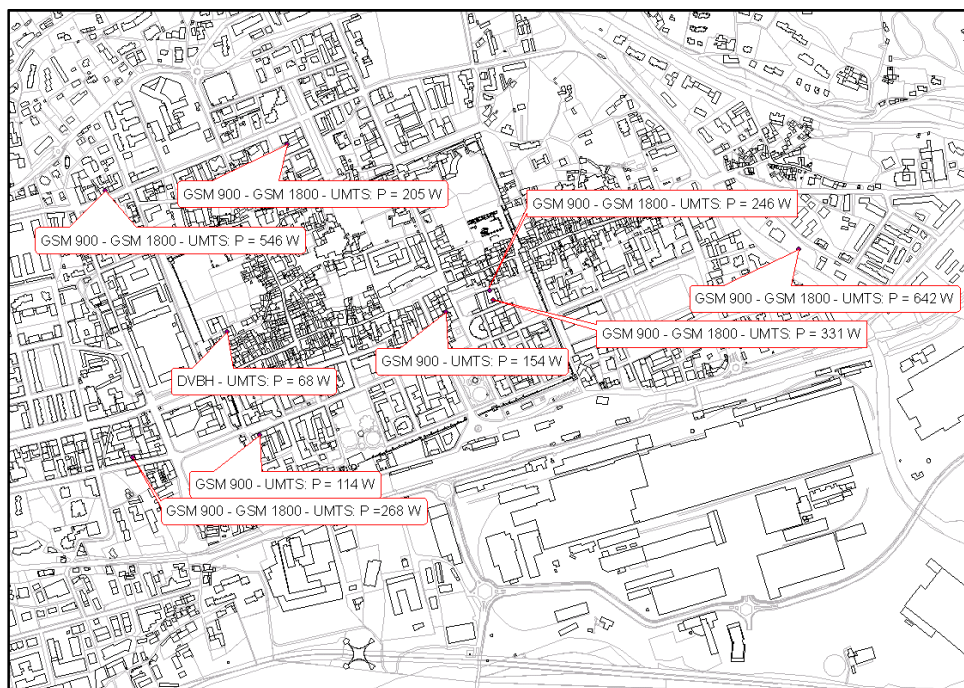
Figura 3. Interpolazione dei valori di misura del campo elettrico, anno 2010



L'interpolazione non tiene conto della presenza degli edifici e della posizione delle sorgenti, quindi non può essere interpretata come una simulazione di campo elettrico, rappresenta invece la distribuzione dei livelli di campo in base alle sole misure.

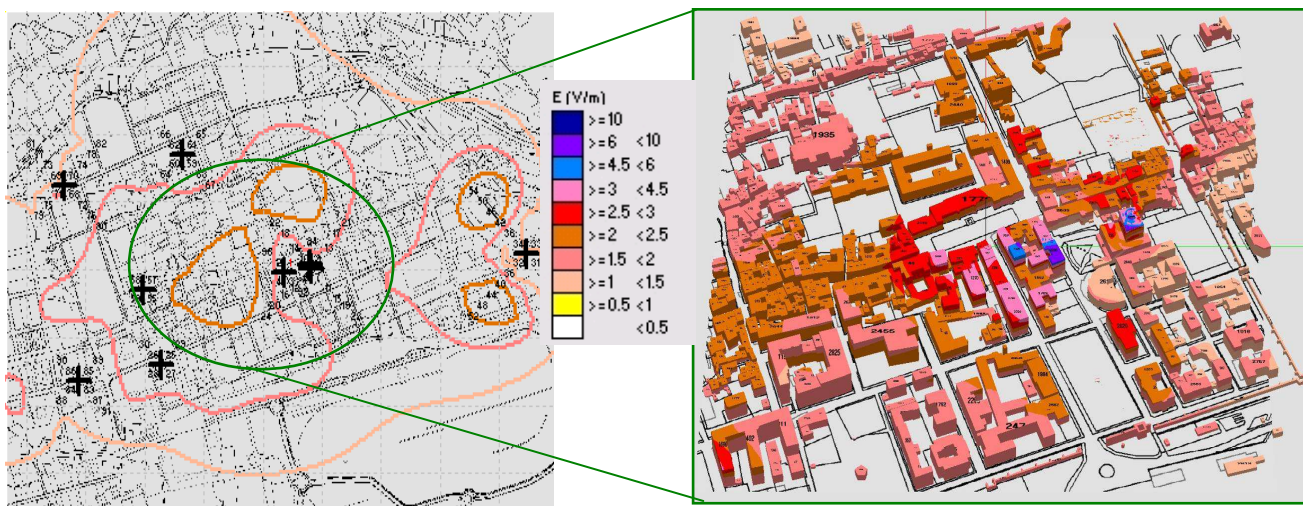
Dai dati del catasto istituito dalla legge regionale in materia di impianti di radiotrasmissione, ARPA è in grado di ricavare rispetto all'ubicazione territoriale, le tipologie e le potenze degli impianti presenti nei vari siti (fig. 4): per ogni anno è possibile avere il quadro degli impianti attivi.

Figura 4. Tipi di impianti e potenze associate nella zona centrale della città, anno 2010



Partendo da questi dati, in parallelo alle misure sono state eseguite delle simulazioni teoriche di livelli di campo elettrico (fig. 5).

Figura 5. Simulazioni teoriche campo elettrico nella zona centrale della città, anno 2010



Effettuando tali elaborazioni per tutte le sessioni di misura, quindi per ogni anno, è possibile confrontare tra loro le situazioni degli anni per capire in che modo le variazioni sugli impianti in esercizio hanno determinato variazioni sui valori di campo misurati.

Si dispone così di tre tipologie di informazioni diverse:

- la conoscenza delle variazioni in potenza e tecnologia degli impianti da' una prima informazione sui luoghi che potrebbero subire un incremento di esposizione al campo elettrico;
- le simulazioni teoriche, potendo essere eseguite in via preventiva quando ancora i nuovi impianti sono in fase di progetto ed essendo condotte alla massima potenza, permettono di valutare dove ci potrebbero essere gli impatti più importanti nelle nuove configurazioni a diverse altezze dal suolo;
- le misure in ambiente forniscono i valori di effettiva esposizione della popolazione.

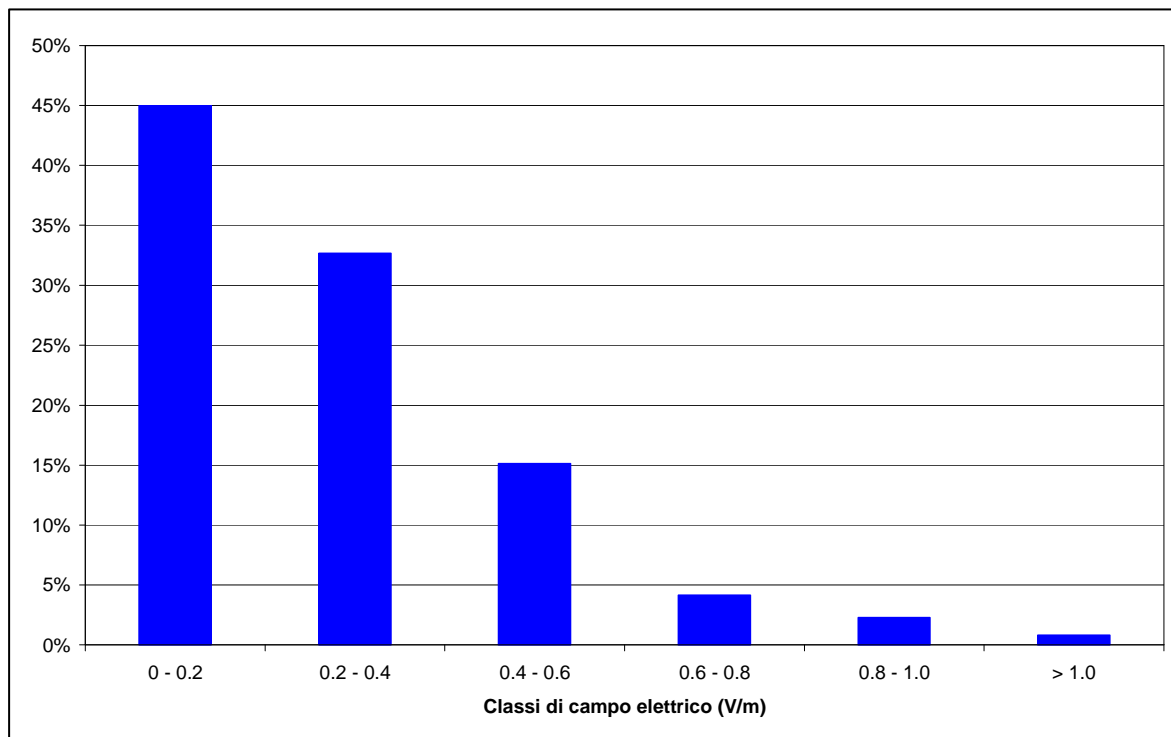


## ELABORAZIONI STATISTICHE

Oltre alle elaborazioni già descritte sono state effettuate altre tipologie di indagine di tipo statistico sul set di dati temporali completo.

In primo luogo si è andati a valutare la distribuzione dei dati di campo elettrico misurati rispetto a classi di riferimento, definite anche in base ai dati stessi, (fig. 6).

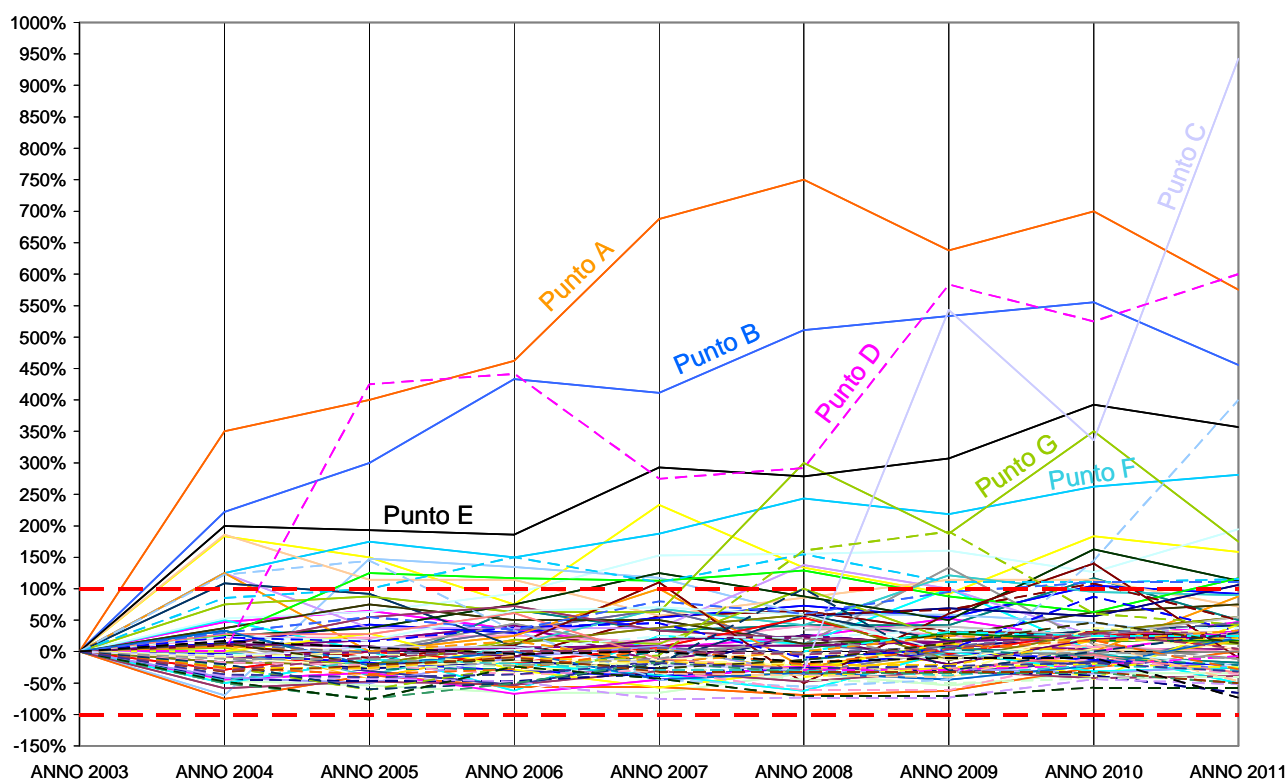
Figura 6. Distribuzione dei valori misurati per classi di campo elettrico (V/m)



Il grafico di Figura 6 mostra che la grande maggioranza dei valori di campo elettrico misurati risultano inferiori a 0.6 V/m e solo pochi dati sono superiori a 1 V/m. Questo dimostra che a livello stradale sul territorio comunale di Aosta l'impatto delle stazioni radio base presenti è molto limitato: si tratta sicuramente di un ottimo risultato dal punto di vista della radioprotezione.

Si sono poi indagate le variazioni di campo elettrico in ogni singolo punto di misura rispetto alla serie di dati del primo anno di misura (fig. 7), questo per valutare se ci fossero stati incrementi o diminuzioni significativi, e, in caso positivo, valutare se corrispondessero a reali variazioni delle caratteristiche tecniche delle SRB o alla costruzione di nuovi edifici nella zona in esame.

Figura 7. Variazioni percentuali di campo elettrico in ogni singolo punto nei vari anni di misura rispetto al primo valore



Il grafico di Figura 7 mostra le variazioni per ogni singolo punto di misura dei valori rilevati negli anni, si nota chiaramente che per la maggior parte dei punti le variazioni sono al massimo del 100% e possono quindi ricadere nelle normali variazioni dovute all'incertezza di misura, considerato anche il basso valore delle misure stesse combinato con la variabilità del traffico telefonico.

Per alcuni punti invece le variazioni sono talmente significative da far pensare ad una precisa modifica dell'utilizzo delle stazioni radio base che coprono la zona interessata. Questo potrebbe essere dovuto ad un incremento della potenza totale irradiata sia per l'aggiunta di nuove tecnologie sia per il potenziamento di quelle esistenti.

È quindi stato effettuato lo stesso tipo di elaborazione sulle potenze massime dei vari siti presenti sul territorio comunale e per i siti confinanti sui comuni limitrofi, per verificare se c'è corrispondenza tra variazione delle potenze in antenna e delle misure a terra nelle aree circostanti le SRB.

In Figura 8 viene mostrato il grafico dei valori della potenza totale massima dichiarata dai gestori in tutti i siti negli anni di misura, mentre nella Figura 9 viene mostrata la variazione percentuale rispetto all'anno di entrata in esercizio del sito stesso. L'interpretazione di quest'ultimo grafico non può mai avvenire senza considerare sempre anche il grafico di Figura 8, in quanto non tutti gli impianti erano attivi il primo anno in cui sono state effettuate le misure.

Figura 8. Potenza totale massima in ogni sito nei vari anni di misura

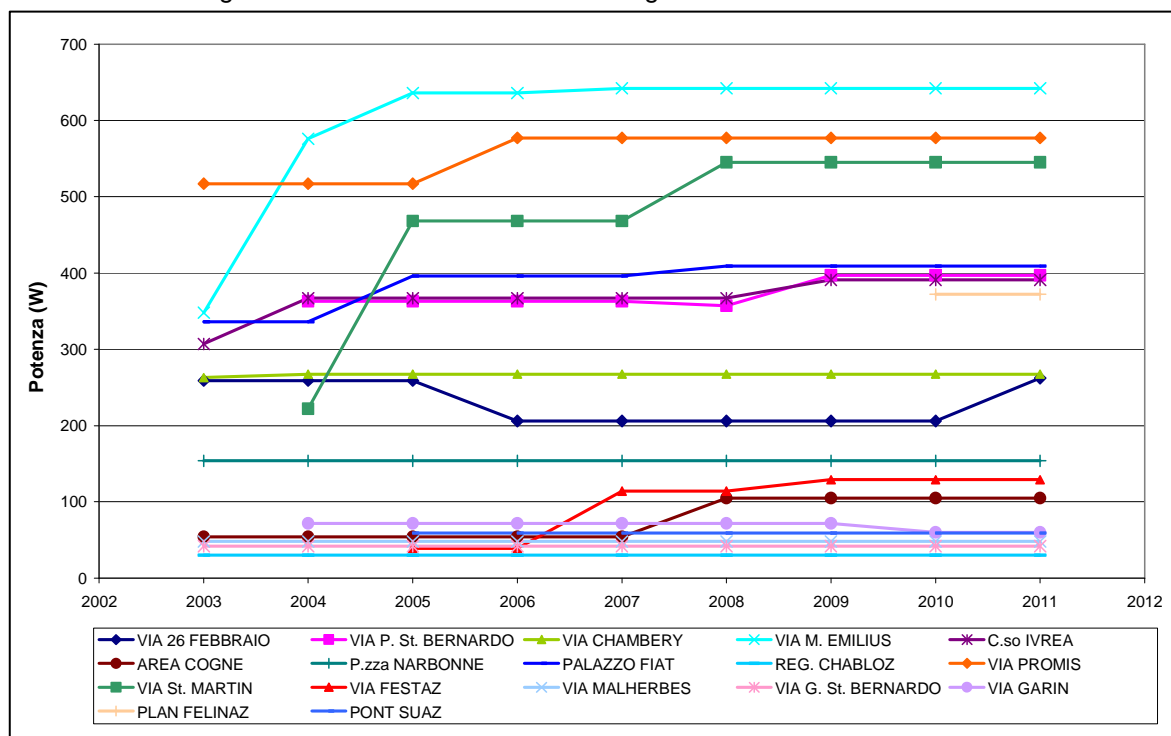
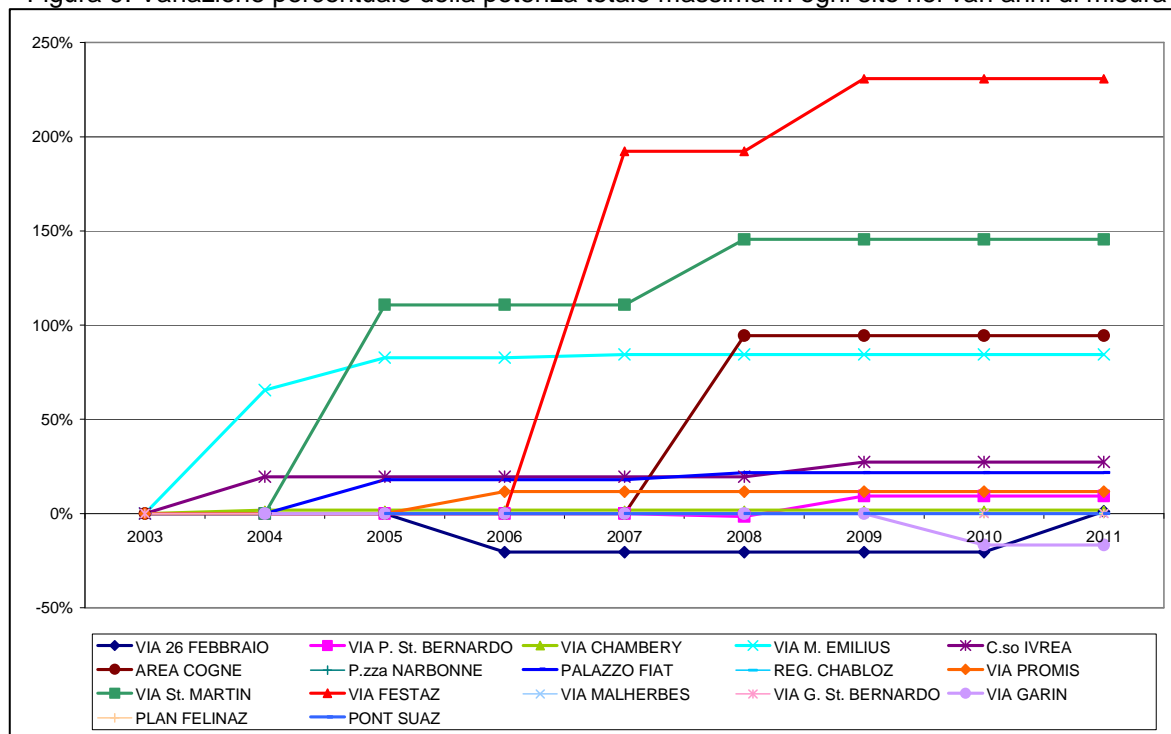


Figura 9. Variazione percentuale della potenza totale massima in ogni sito nei vari anni di misura



Confrontando le posizioni territoriali dei punti di misura da A a G, indicati nel grafico di Figura 7, con le variazioni delle stazioni radio base che coprono le zone corrispondenti, si è potuto constatare che effettivamente c'è una corrispondenza spaziale e temporale tra variazioni del campo elettrico e modifiche delle caratteristiche delle SRB. Infatti i punti A, B ed F si trovano in una zona coperta dalla stazione di via St. Martin che, come si vede dai grafici delle figure 8 e 9, ha subito due importanti variazioni che ben si correlano con quelle dei valori di campo rilevati nei punti di misura adiacenti; i punti C e D corrispondono a zone coperte dalle stazioni dell'Area Cogne e di C.so Ivrea e anche in questo caso c'è una buona corrispondenza tra le variazioni di potenza e quelle di campo elettrico. Il punto E corrisponde alla stazione di via Piccolo St. Bernardo: anche qui si possono vedere le similitudini. Infine se si osserva l'andamento del punto G si nota un costante e graduale aumento dei valori di campo elettrico misurati negli anni. Esso si trova proprio nel centro città dove sono presenti le stazioni radio base storiche, cioè le prime ad essere state installate. Tali impianti, dovendo coprire quella zona di città maggiormente frequentata in quanto sede di molti negozi ed uffici pubblici e delle principali attrattive turistiche, erano già stati progettati con il massimo della potenza utile e non hanno subito variazioni di progetto nel corso degli anni. Il costante aumento, quindi, dei valori di campo elettrico misurati potrebbe essere legato all'aumento del traffico telefonico.

La corrispondenza tra una elevata variazione percentuale di potenza in un sito, riscontrata nel grafico di Figura 9, e le misure di campo elettrico nei punti limitrofi non è, invece, sempre presente. Infatti a fronte di una notevole variazione percentuale dell'impianto di via Festaz non sono state riscontrati incrementi dei valori rilevati nei punti circostanti. Il fatto viene spiegato con l'osservazione del grafico di Figura 8 in cui si nota che tale sito entra in funzione nel 2005 con pochissima potenza attiva, circa 35 W, per poi subire l'anno successivo un aumento di potenza fino a circa 120 W. Quindi la variazione percentuale tra anno di entrata in funzione e anni successivi è maggiore del 200% ma in termini assoluti la potenza totale dell'impianto è comunque bassa in relazione agli altri siti. Associando poi a ciò il fatto che tale impianto è installato su di un alto palazzo di una via relativamente stretta, si intuisce che il suo impatto reale a livello strada non è sostanzialmente rilevabile.

## **CONCLUSIONI**

La ripetizione annuale negli stessi punti delle misure di campo elettrico generato sul territorio del comune di Aosta ha permesso di tenere sotto osservazione l'esposizione della popolazione nei luoghi altamente frequentati della città quali centro storico e vie commerciali e nelle zone residenziali, mostrando che a livello stradale i valori di campo elettrico sono effettivamente molto bassi, inferiori a 1 V/m.

Tale campo elettrico, nel comune di Aosta, è generato quasi esclusivamente da SRB, quindi avere a disposizione una serie temporale di dati, sempre negli stessi punti, permette di descrivere con precisione come si è evoluto negli anni l'impatto sul territorio di questo tipo di servizio che subisce costanti variazioni sia da un punto di vista puramente tecnologico che dal punto di vista dell'utilizzo abituale.

Quindi oltre all'informazione principale sull'esposizione della popolazione al campo elettrico, da questi dati è possibile anche ricavare informazioni di tipo sociale: ad esempio valutare un cambiamento dello stile di vita della popolazione in quella zona. Infatti la variazione della potenza e del numero degli impianti presenti su di un territorio specifico, con conseguente aumento dei valori di campo, possono essere dovuti anche alle variazioni di tipo urbanistico, costruzione di nuovi edifici, o alla modifica della destinazione d'uso di quelli presenti che può far tendere gli operatori ad aumentare la copertura di quella particolare area.