

# VALUTAZIONE NEL TEMPO DELL'ESPOSIZIONE AL CAMPO MAGNETICO GENERATO DA ELETTRODOTTI DI ALTA TENSIONE

Valeria Bottura, Marco Cappio Borlino, Leo Cerise, E. Imperial, C. Desandr   
*ARPA Valle d'Aosta*

## INTRODUZIONE

Uno dei problemi concreti legati alla sorveglianza dell'esposizione della popolazione al campo magnetico generato dagli elettrodotti   quello di poter valutare negli anni eventuali mutamenti dei valori di esposizione senza dover ripetere sistematicamente interventi di misurazione quando il contributo   dovuto alla presenza di pi  sorgenti. La difficolt  sostanziale   dovuta al fatto che generalmente non sono conosciute le differenze di fase tra gli elettrodotti insistenti in una zona, quindi anche se si   in possesso dei dati relativi alle correnti che transitano nelle linee non   possibile tramite le sole simulazioni ottenere un risultato attendibile.

Un caso concreto di vicinanza di abitazioni al percorso di due elettrodotti a 220 kV presente sul territorio regionale della Valle d'Aosta si trova nella piana del comune di Champdepraz in localit  Fabbrica. In tale area transitano due linee ad alta tensione (220 kV) che condividono gli stessi tralicci, Figura 1.



**Figura 1.** Localit  Fabbrica, in comune di Champdepraz, Valle d'Aosta

Gi  nell'anno 2002 l'ARPA della Valle d'Aosta aveva condotto una campagna di misura dell'induzione magnetica generata dagli elettrodotti in alcune abitazioni site nelle vicinanze del percorso delle linee su richiesta del comune stesso sollecitato dagli abitanti della zona.

Nel 2008, nuovamente su esplicita richiesta di un comitato di cittadini, ARPA ha organizzato una nuova campagna di rilievi al fine, oltre che della stima dell'esposizione, di verificare il rispetto del valore di attenzione [1, 2] alla luce della pubblicazione avvenuta nel frattempo dei decreti ministeriali [3, 4] contenenti i metodi di valutazione nazionali.

Visto poi l'interesse della popolazione residente alla conoscenza dell'evoluzione nel tempo della propria esposizione al campo magnetico generato dagli elettrodotti si è indagata la possibilità di elaborare una procedura operativa che permettesse di stimare ogni anno l'esposizione dei residenti senza la necessità di ulteriori misure sul campo.

## METODI DI INDAGINE E MISURE SUL CAMPO

Il metodo individuato per l'effettuazione della campagna di misura è suddiviso in due parti:

1. Identificazione delle abitazioni da monitorare in base alle indicazioni della normativa.
2. Esecuzione dei rilievi sia puntuali che prolungati nel tempo.

Al fine di identificare le abitazioni da monitorare, essendo queste già costruite al 2003 come le linee stesse, è stato deciso di calcolare il campo magnetico generato utilizzando come corrente di calcolo transiente negli elettrodotti la portata in corrente in servizio normale come definito nei decreti normativi [3, 5] per l'individuazione della distanza di prima approssimazione per le nuove costruzioni, ma proiettando al suolo l'isolinea del valore di  $10 \mu\text{T}$ , definita D10, corrispondente al valore di attenzione che, ai fini normativi, risulta il limite da rispettare nel caso in oggetto. Si mostra in Figura 2 la cartografia del territorio sottoposto all'indagine con indicate la distanza D10 così individuata e le abitazioni monitorate:

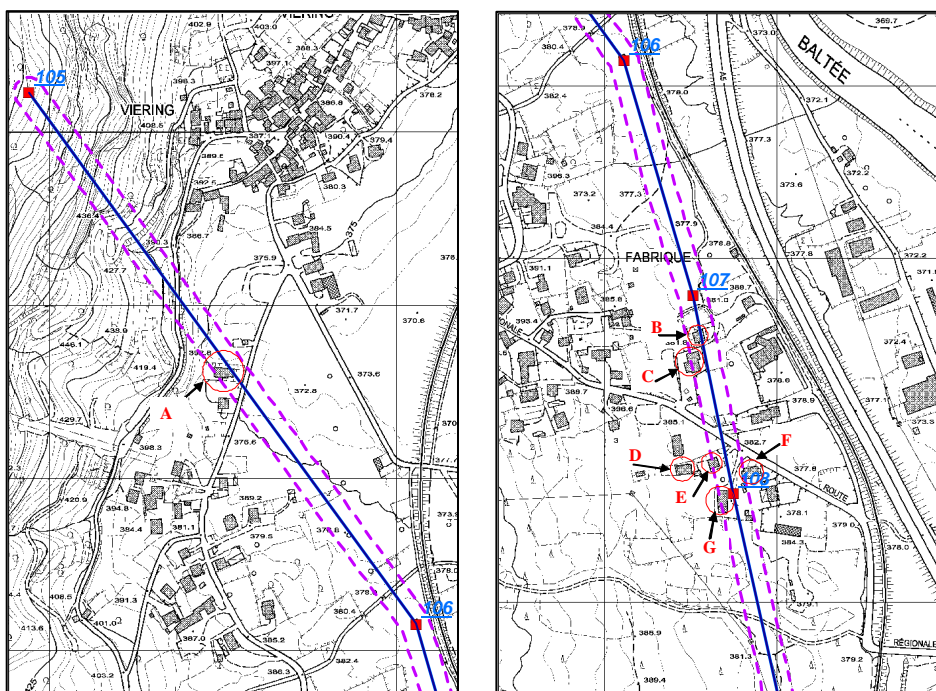
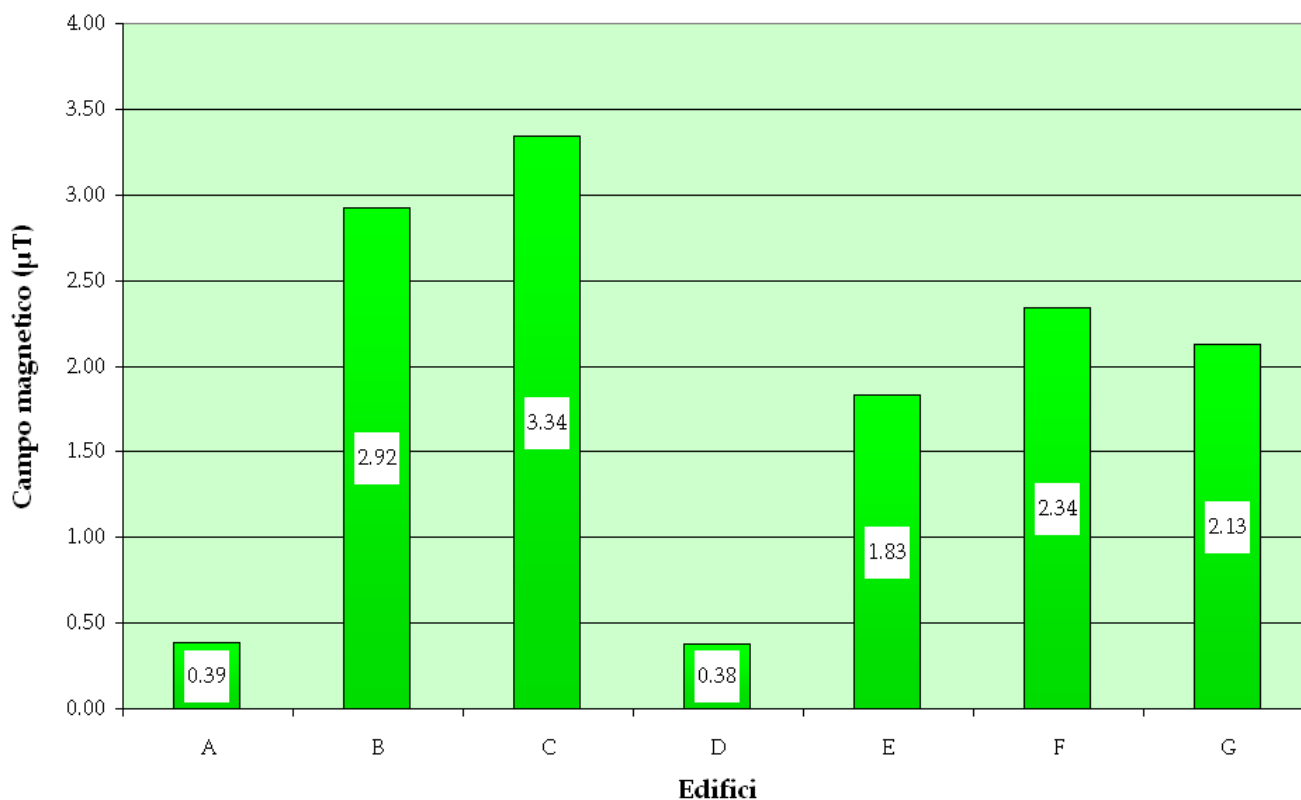


Figura 2. Abitazioni monitorate

L'abitazione D è stata monitorata anche se non ricadente nella fascia D10 in quanto già monitorata nella prima campagna del 2002.

Si sono quindi eseguiti rilievi sistematici in tutti gli ambienti abitativi degli edifici ricadenti in tale fascia effettuando, inoltre, in un punto opportunamente scelto, un rilievo prolungato nel tempo per alcuni giorni ad intervalli di misura di 1 minuto.

Si mostra di seguito il Grafico 1 con indicati i valori delle massime mediane giornaliere misurate per ogni abitazione:



**Grafico 1.** Massime mediane giornaliere misurate

Le misure sono state effettuate con modalità in linea con quanto definito nei decreti normativi [4], quindi il risultato fornito dall'analisi dei dati è da intendersi come esaustivo per quanto riguarda il rispetto del valore di attenzione nei giorni di misura. La massima mediana risulta di 3.34 µT, valore decisamente inferiore al valore di attenzione di 10 µT [2].

I valori rilevati, però, sono tali, in alcune abitazioni, da richiedere un'analisi più approfondita in quanto superiori, o dello stesso ordine di grandezza, all'obiettivo di qualità [2].

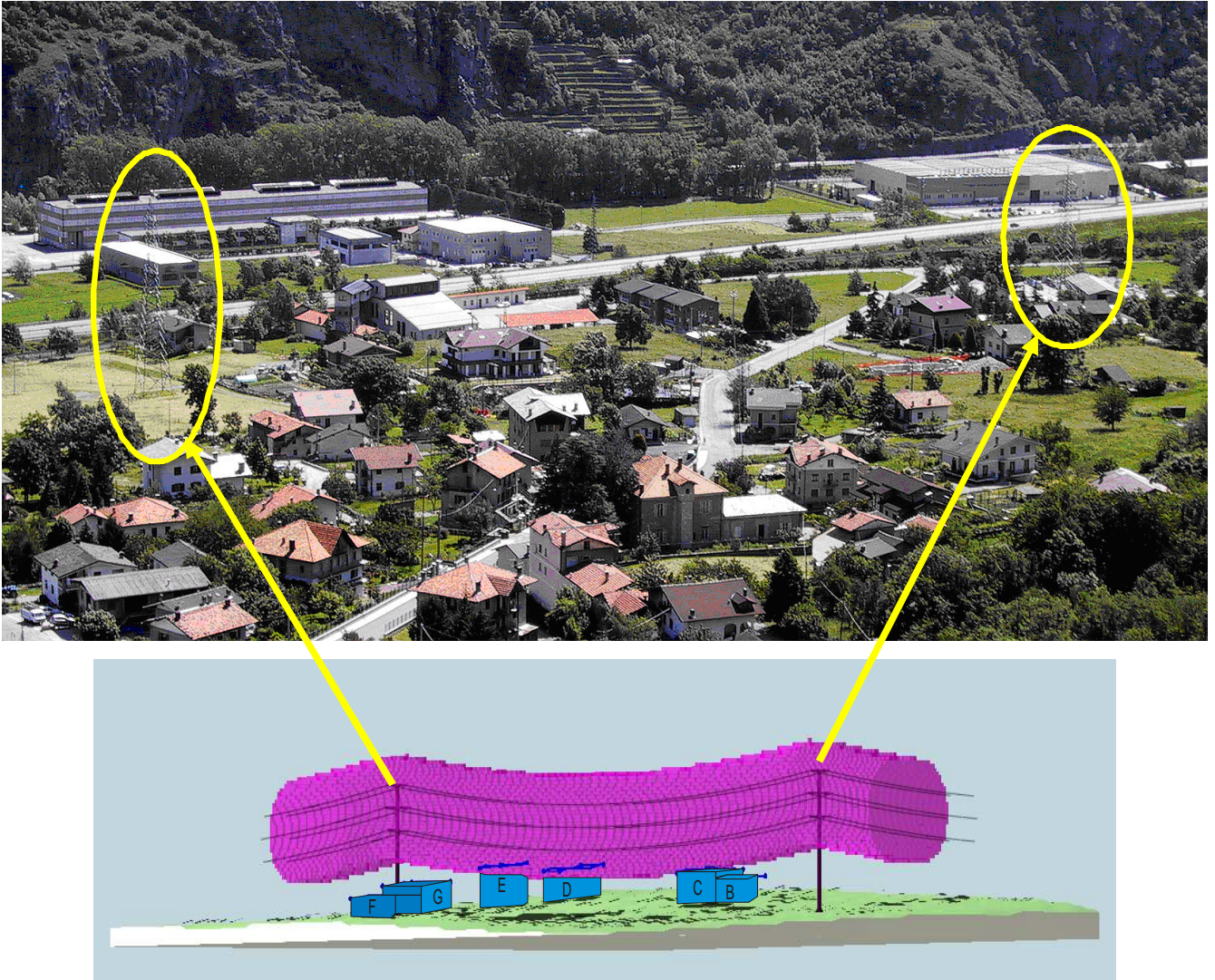
## **STIMA DELL'ESPOSIZIONE NEL TEMPO**

In un caso complesso caratterizzato dalla presenza sul territorio di più elettrodotti che generano valori di campo magnetico indipendenti all'interno degli edifici, non è possibile applicare rigorosamente il metodo normativo di valutazione indiretta dell'induzione magnetica [4].

Nel caso oggetto del presente studio, però, è stato riscontrato, tramite una simulazione effettuata in corrispondenza dei punti di misura in correlazione con le correnti transitate nei medesimi istanti, che le correnti transitate nei due elettrodotti erano in fase tra loro.

### **Caratterizzazione territoriale**

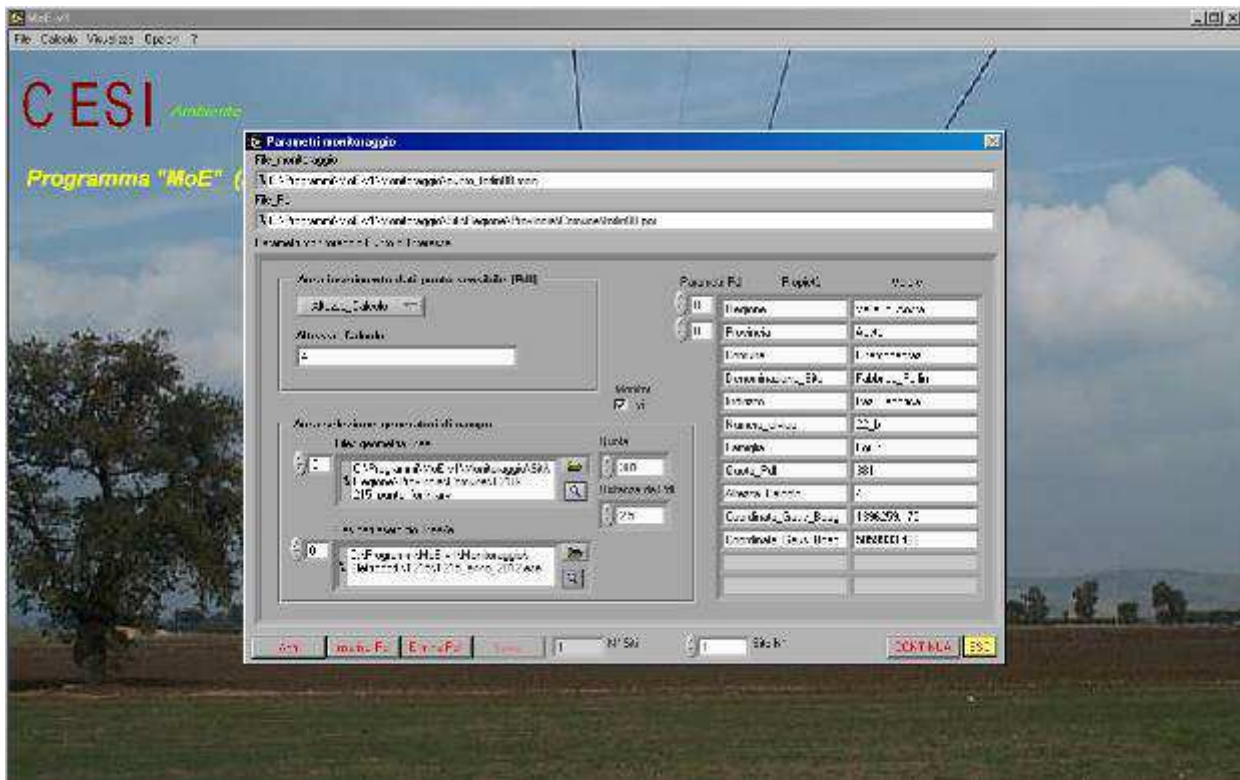
Sono quindi stati elaborati i valori di campo magnetico acquisiti durante i monitoraggi prolungati nel tempo correlandoli alla corrente transita nelle linee durante le misure utilizzando un software di simulazione (WinELF della ditta Vector, oggi Sedicom). Tale programma è in grado di rappresentare il territorio in modo da definire esattamente il punto di misura rispetto al percorso delle linee tramite il confronto tra simulazione dell'induzione magnetica e valori misurati, un esempio è riportato in Figura 3.



**Figura 3.** Esempio di simulazione tridimensionale dell'induzione magnetica in prossimità delle abitazioni monitorate.

Si è così arrivati ad una caratterizzazione spaziale dei punti di misura molto precisa e questa configurazione geometrica è stata riportata in un'altro software (MoE elaborato dal CESI) che permette di effettuare le simulazioni del campo magnetico in presenza di più sorgenti e con un numero di dati di corrente molto elevato, previa appunto la giusta collocazione spaziale del punto di monitoraggio rispetto agli elettrodotti, Figura 4.

In questo modo per ogni punto monitorato si possono ricavare i valori di induzione magnetica in qualunque periodo temporale disponendo dei soli dati di corrente.

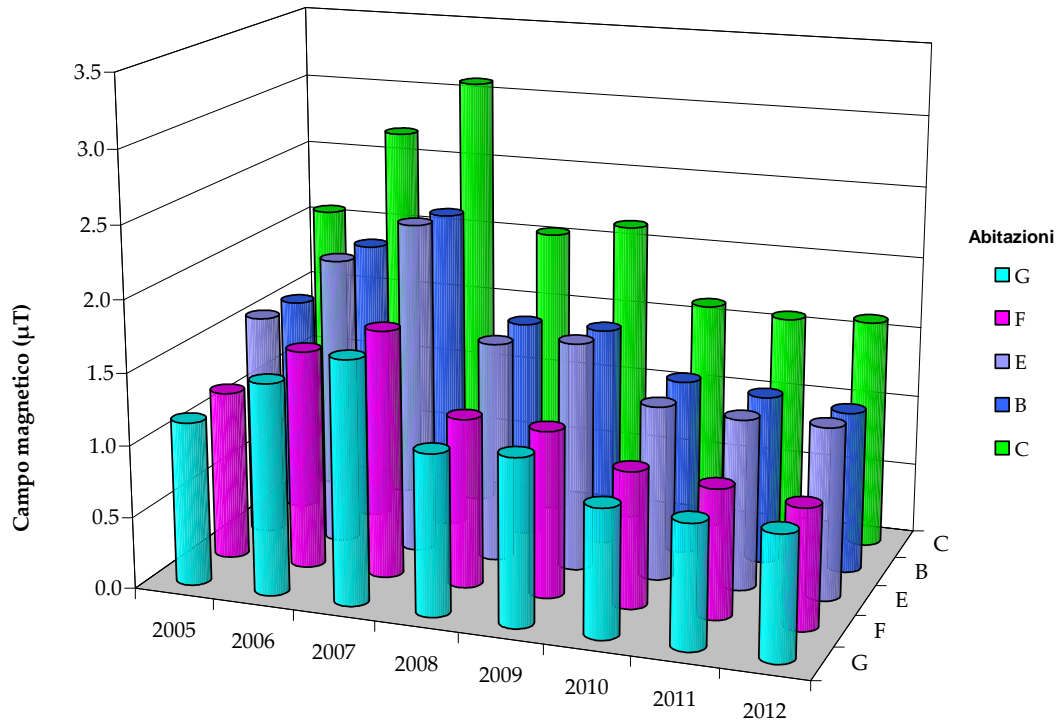


**Figura 4.** Programma di monitoraggio MoE, identificazione spaziale del punto di misura

ARPA dispone dei dati di corrente transitata negli elettrodotti ad alta tensione che attraversano il territorio regionale per ogni anno a partire dal 2005. Sono quindi stati ricavati gli andamenti dell'induzione magnetica di ogni anno nei punti in cui nell'anno 2008 erano state eseguite le misurazioni prolungate nel tempo. In questo modo l'Agenzia ha a disposizione i dati per effettuare le valutazioni sia dell'esposizione della popolazione che del rispetto dei limiti normativi nel tempo. Ovviamente i dati di corrente sono forniti dal gestore della rete un anno per l'altro, quindi questo monitoraggio è retroattivo, ma quello che conta è che è possibile vedere la tendenza dei valori ed eventualmente programmare una nuova campagna di misura.

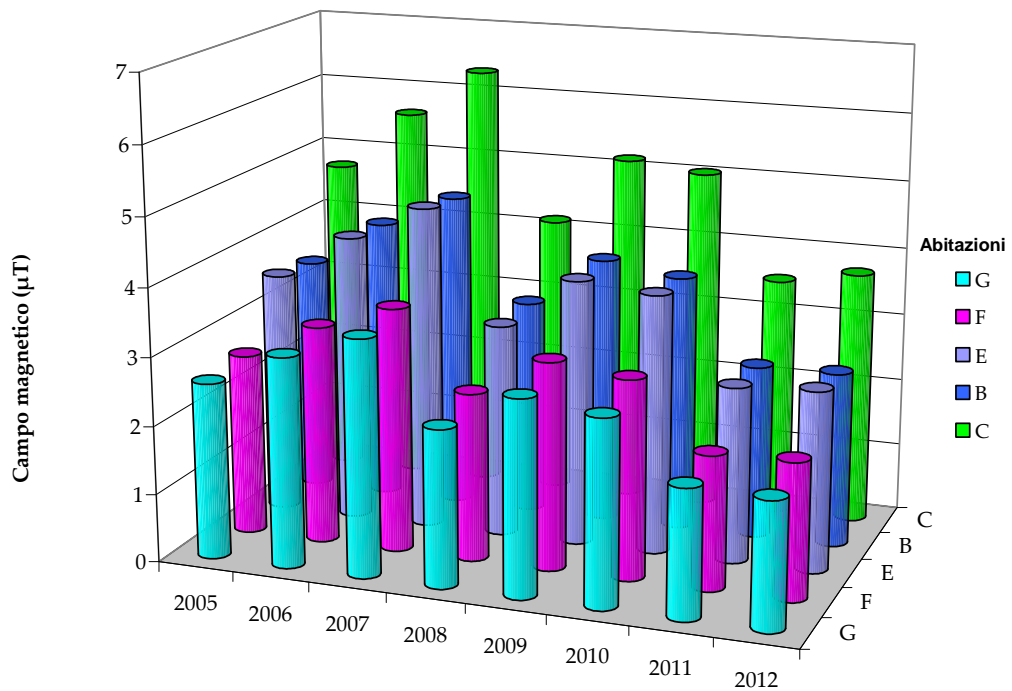
### **Risultati dei monitoraggi simulati**

Per fornire un'adeguata valutazione dell'esposizione a cui sono soggetti i residenti delle abitazioni prossime alle linee sono state valutate le medie annuali dell'induzione magnetica nei punti in cui erano state effettuate le misure prolungate, essendo questi rappresentativi della massima esposizione nei rispettivi edifici. Si riporta di seguito nel Grafico 2 l'andamento delle medie annue ricavate con il metodo sopracitato nelle abitazioni in cui le misure avevano fornito i valori di induzione magnetica di maggior intensità:



**Grafico 2.** Medie annuali dell'induzione magnetica.

Per la verifica, invece, del rispetto del valore di attenzione negli anni sono stati elaborati i dati ottenuti dalle simulazioni in modo da ricavare le mediane giornaliere per tutti i giorni di ogni anno e tra queste è stata individuata la massima. Si riporta di seguito nel Grafico 3 l'andamento dei valori delle massime mediane giornaliere per ogni anno di monitoraggio:

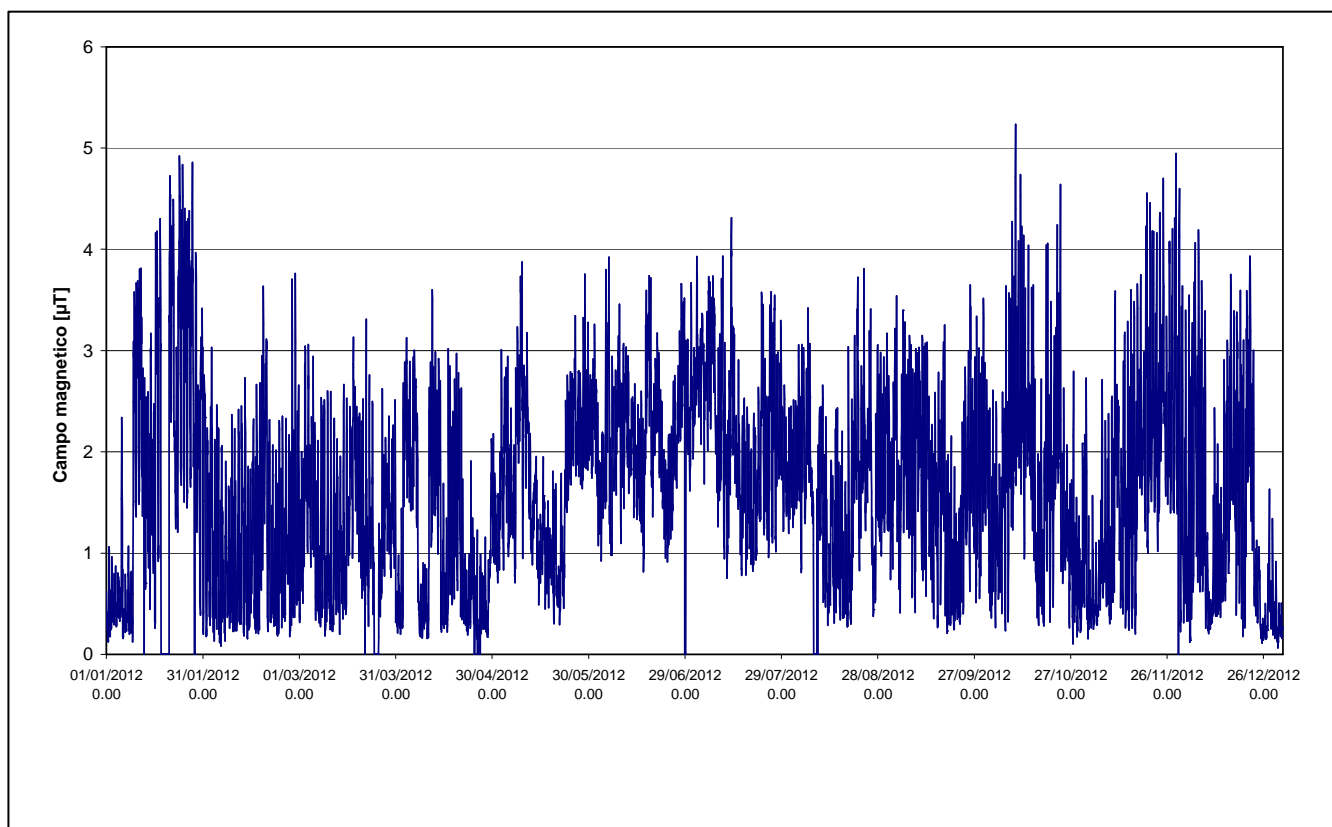


**Grafico 3.** Massime mediane giornaliere annuali dell'induzione magnetica

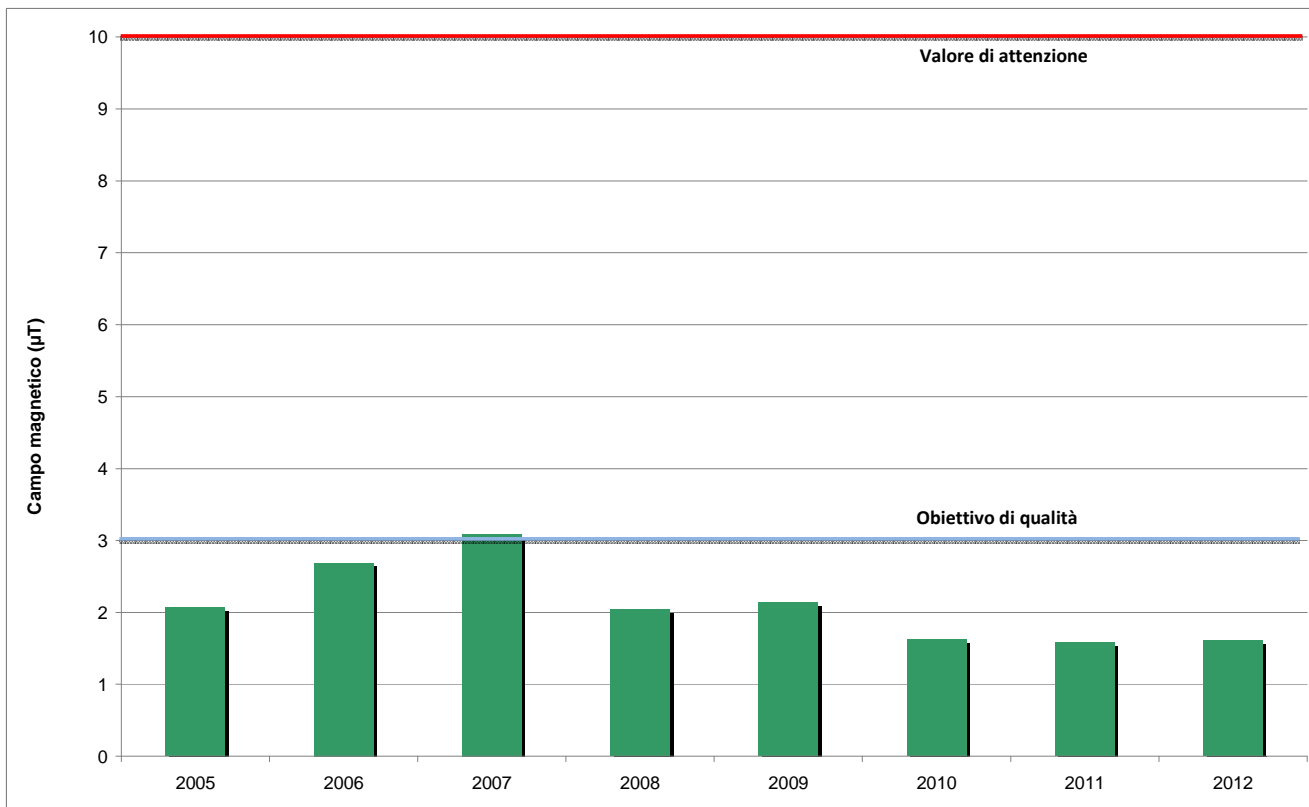
L'analisi sul rispetto del valore di attenzione ha valenza indicativa per valutare se si siano verificati superamenti del valore limite nelle normali condizioni di esercizio delle linee in particolari periodi dell'anno, oppure in particolari condizioni di carico.

### **Esempio di evoluzione in una abitazione**

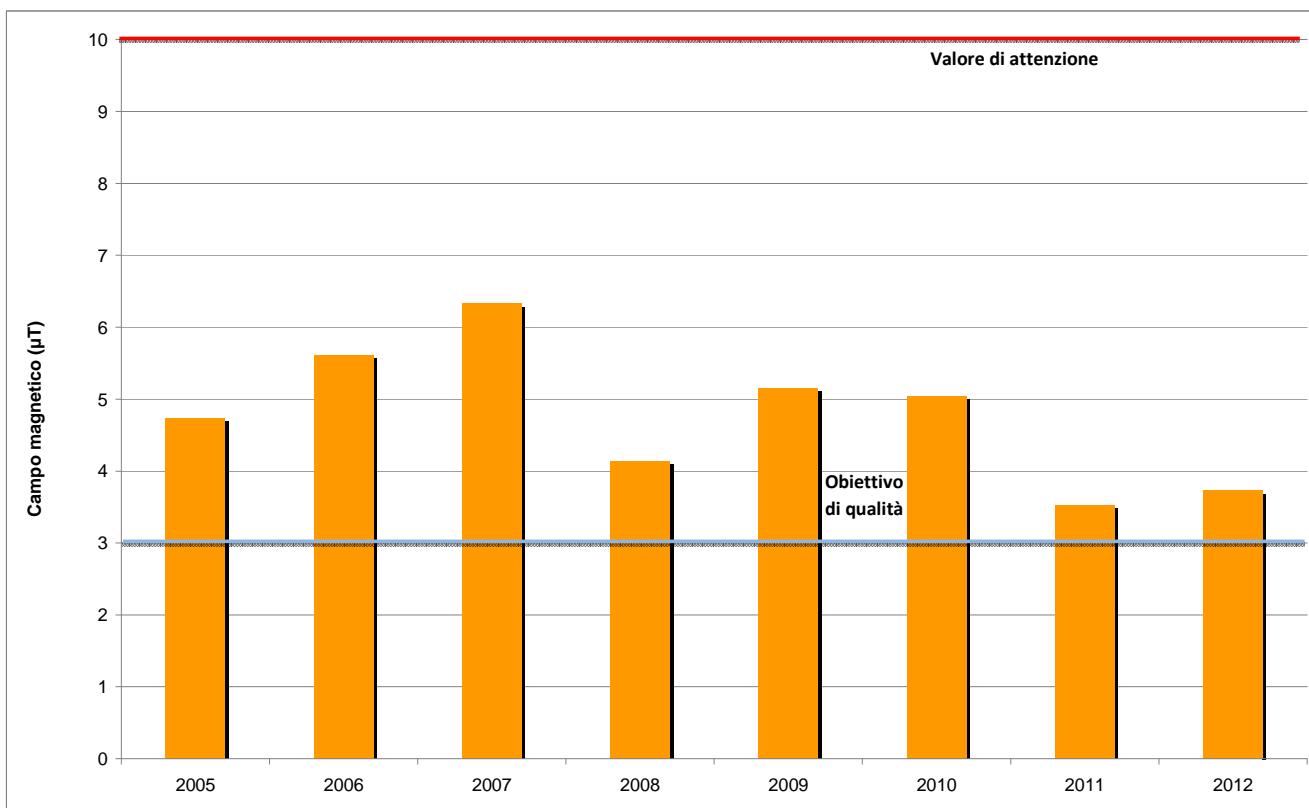
Il lavoro così impostato permette ad ARPA di osservare l'evoluzione dell'esposizione dei residenti sulla base dei soli dati di corrente in modo da valutare la necessità di ulteriori monitoraggi strumentali in loco. Per ogni abitazione quindi si elaborano i dati di induzione magnetica ricavati dai dati di corrente e si confrontano con quelli degli anni precedenti. Si riportano di seguito i grafici ottenuti aggiornati all'anno 2012 in una abitazione particolarmente significativa:



**Grafico 4.** *Andamento orario dell'induzione magnetica nell'anno 2012, ricavata dai dati della corrente.*



**Grafico 5.** Confronto medie annuali dell'induzione magnetica.



**Grafico 6.** Confronto massime mediane giornaliere negli anni dell'induzione magnetica



## **CONCLUSIONI.**

La campagna di monitoraggio del campo magnetico presentata è nata da un'esigenza di informazione sull'esposizione all'induzione magnetica generata da elettrodotti espressa dalla popolazione e ribadita con una richiesta di aggiornamento. L'ARPA ha risposto nel 2002 e nel 2008 con delle campagne di misura presso le abitazioni più prossime al percorso degli elettrodotti. Nell'ultimo intervento, valutato che i valori di campo magnetico rilevati, pur essendo inferiori al valore di attenzione, erano in alcuni casi dello stesso ordine di grandezza dell'obiettivo di qualità, si è condotto un approfondimento di indagine per vedere se fosse possibile elaborare un metodo di analisi che consentisse di aggiornare le stime di esposizione senza eseguire rilievi strumentali ma solo in base ai dati relativi ai flussi di corrente forniti dal gestore delle linee elettriche. Fortunatamente, nonostante la presenza di linee diverse, è stata trovata la relazione di fase tra di esse ed è quindi stato possibile impostare una sequenza di azioni tramite software appropriati di simulazione che permette di ottenere i valori di induzione magnetica dai soli dati di corrente transitata in linea.

La popolazione potrà così essere informata di anno in anno sull'esposizione subita e sulle sue variazioni. Un'eventuale tendenza del campo ad avvicinarsi al valore di attenzione sarebbe il segnale dell'esigenza di ripetere accurati monitoraggi strumentali.

Quando, diversamente dal caso presentato, non è regola individuabile alcun rapporto di fase tra le sorgenti in gioco non è possibile applicare il metodo sopra descritto: in questi casi una buona caratterizzazione spaziale dei punti di monitoraggio e la conoscenza sistematica degli andamenti delle correnti nel tempo, legata all'esperienza maturata negli anni, permette di valutare eventuali situazioni di criticità, ma solo le misure possono dare un'indicazione quantitativa di esposizione.

## **BIBLIOGRAFIA**

- [1] Legge quadro n. 36 del 22/02/2001, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- [2] DPCM 08/07/03 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti." (Gazzetta Ufficiale n. 200 del 29 agosto 2003).
- [3] Decreto del 29 maggio 2008 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare "Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti" pubblicato sulla G.U. n. 156 suppl. ord. n. 160 in data 05-07-2008.
- [4] Decreto del 29 maggio 2008 del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica" pubblicato sulla G.U. n. 153 in data 02-07-2008.
- [5] CEI 11-60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV" (06 - 2002).