

# Monitoraggio delle cabine secondarie MT/BT di uso civile su tutto il territorio regionale della Valle d'Aosta

Bottura V., Mathiou M., Cerise L., Imperial E., Cappio Borlino M., Desandr  C.  
Arpa Valle d'Aosta, loc. Grande Charrière 44, 11020 Saint-Christophe (AO), [arpa@arpa.vda.it](mailto:arpa@arpa.vda.it)

*La regione Valle d'Aosta con legge regionale 15 dicembre 2006, n.32 (CAPO IV, art.18) ha istituito, nell'ambito del sistema informativo territoriale, il catasto regionale degli elettrodotti con tensione superiore a 1000 Volt. I gestori delle reti di trasmissione e distribuzione di energia elettrica hanno fornito la mappa completa delle proprie reti, contenente anche i punti di installazione delle cabine di trasformazione media-bassa tensione (MT/BT) presenti sull'intero territorio regionale. Sulla base delle informazioni georiferite contenute nel catasto, ARPA Valle d'Aosta ha pianificato dei sopralluoghi presso le cabine di trasformazione con duplice scopo: verificare il rispetto dei limiti normativi e valutare l'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici generati dalle cabine stesse nelle aree circostanti, con particolare attenzione ai luoghi abitativi. Questo lavoro ha permesso di monitorare le cabine presenti sull'intero territorio regionale, di individuare quelle che determinano i livelli di esposizione pi  significativi per la popolazione, di mettere in opera le eventuali azioni di risanamento necessarie nonch  di implementare un database aggiornato e completo di tutte le informazioni relative ad ogni singola cabina monitorata.*

## INTRODUZIONE

Una cabina elettrica di trasformazione secondaria   costituita dall'insieme dei dispositivi (trasformatori, conduttori, apparecchiature di misura e controllo ed altre macchine elettriche) dedicati alla conversione della corrente in media tensione (MT) utilizzata nella rete di distribuzione dell'energia, in genere a 15 kV, in corrente in bassa tensione (BT), in genere a 400 V, adeguata per le utenze finali. Le cabine elettriche possono essere di pertinenza della societ  di distribuzione dell'energia elettrica o di propriet  dell'utente, possono alimentare sia utenze civili (abitazioni, scuole, ospedali, ecc.) sia utenze di tipo industriale con fornitura dalla rete pubblica in MT.

Diverse sono le tipologie di cabine di trasformazione esistenti:

1. cabine in muratura, alte o basse a seconda che siano allacciate a linee aeree o in cavo (Figura 1);
2. cabine urbane alimentate in cavo interrato, sovente realizzate in appositi locali ricavati nei sotterranei degli edifici (**Figura 3**);
3. posto di trasformazione su palo (PTP) per modeste potenze fino ad un massimo di 100 kVA (Figura 3).

La trasformazione della tensione da media a bassa comporta che nei circuiti delle cabine si possano avere valori di corrente piuttosto elevati che, localmente, possono generare valori di campo magnetico a 50 Hz significativi. Poich  tali cabine sono adibite alla distribuzione finale dell'energia elettrica esse sono spesso installate all'interno di edifici e possono quindi confinare con luoghi abitativi.

Lo scopo del lavoro presentato   stato quello di esaminare tutte le cabine di trasformazione MT/BT presenti sul territorio valdostano, per individuare quelle suscettibili di provocare esposizione della popolazione al campo magnetico, eseguire in questi casi i rilievi e mettere in atto le eventuali azioni di risanamento. Inoltre tale lavoro ha permesso di realizzare un database completo delle informazioni di ubicazione, tipologia e intervento realizzato sulla singola cabina.

Figura 1 - Cabine MT/BT in muratura; a sinistra, cabina per alimentazione da cavo interrato; a destra, cabina per alimentazione da linea aerea.



Figura 2 – Cabina urbana alimentata in cavo interrato posta al piano seminterrato di una abitazione civile.



Figura 3 – Posto di trasformazione su palo.



## MATERIALI E METODI

### LEGISLAZIONE

La normativa vigente applicabile alle cabine di trasformazione secondarie è la Legge n.36 del 22/02/01 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" (pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n.55 del 7 marzo 2001) con relativo decreto applicativo 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" (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n.200 del 29 agosto 2003).

I livelli di riferimento previsti dal suddetto decreto sono descritti in Tabella 1.

Tabella 1 - Limiti normativi di riferimento per la protezione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici.

Tipo di campo	Limite di esposizione	Valore di attenzione	Obiettivo di qualità
Elettrico	5000 V/m	Non previsto	Non previsto
Magnetico	100 $\mu$ T	10 $\mu$ T	3 $\mu$ T

Il limite di esposizione è il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione.

Il valore di attenzione è, invece, il valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate di persone. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge.

Infine l'obiettivo di qualità identifica quei valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi medesimi.

Il valore di attenzione e l'obiettivo di qualità sono da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio della rete.

Valore di attenzione ed obiettivo di qualità sono riferiti ad esposizione prolungata e sono quindi definiti solo per il campo magnetico in quanto il campo elettrico generato dagli elettrodotti viene schermato molto facilmente dalla struttura stessa degli edifici e l'interazione con il corpo umano è di tipo superficiale: al di sotto della soglia di esposizione indicata nella normativa (5000 V/m) non si verificano interazioni.

Nel caso delle cabine MT/BT, il campo elettrico è schermato dalla struttura medesima della cabina.

### STRUMENTAZIONE DI MISURA

Nei casi in cui si è reso necessario eseguire rilievi di campo è stata utilizzata la seguente strumentazione:

- per le misure puntuali ed istantanee, misuratore di campo di induzione magnetica EMDEX II caratterizzato da una risposta in frequenza nell'intervallo 40 Hz ÷ 800 Hz e da un intervallo di misura dell'induzione magnetica di 0,01  $\mu$ T ÷ 300  $\mu$ T;
- per le misure in continuo, necessarie al fine di caratterizzare l'andamento del campo di induzione magnetica in funzione del carico di corrente transitante nel trasformatore della cabina, misuratore di campo EMDEX LITE caratterizzato da una risposta in frequenza nell'intervallo 40 Hz ÷ 800 Hz e da un intervallo di misura dell'induzione magnetica di 0,01  $\mu$ T ÷ 70  $\mu$ T.

Le rilevazioni sono state effettuate in conformità alla norma CEI 211-6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz ÷ 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana".



## METODO

Il catasto regionale degli elettrodotti a media tensione è stato redatto dalla Regione Autonoma della Valle d'Aosta e contiene le informazioni georeferenziate sul percorso delle linee e la tipologia delle cabine di trasformazione secondarie MT/BT di tutto il territorio regionale (Figura 4), le informazioni amministrative sulle autorizzazioni rilasciate e alcuni dati tecnici inerenti agli impianti.

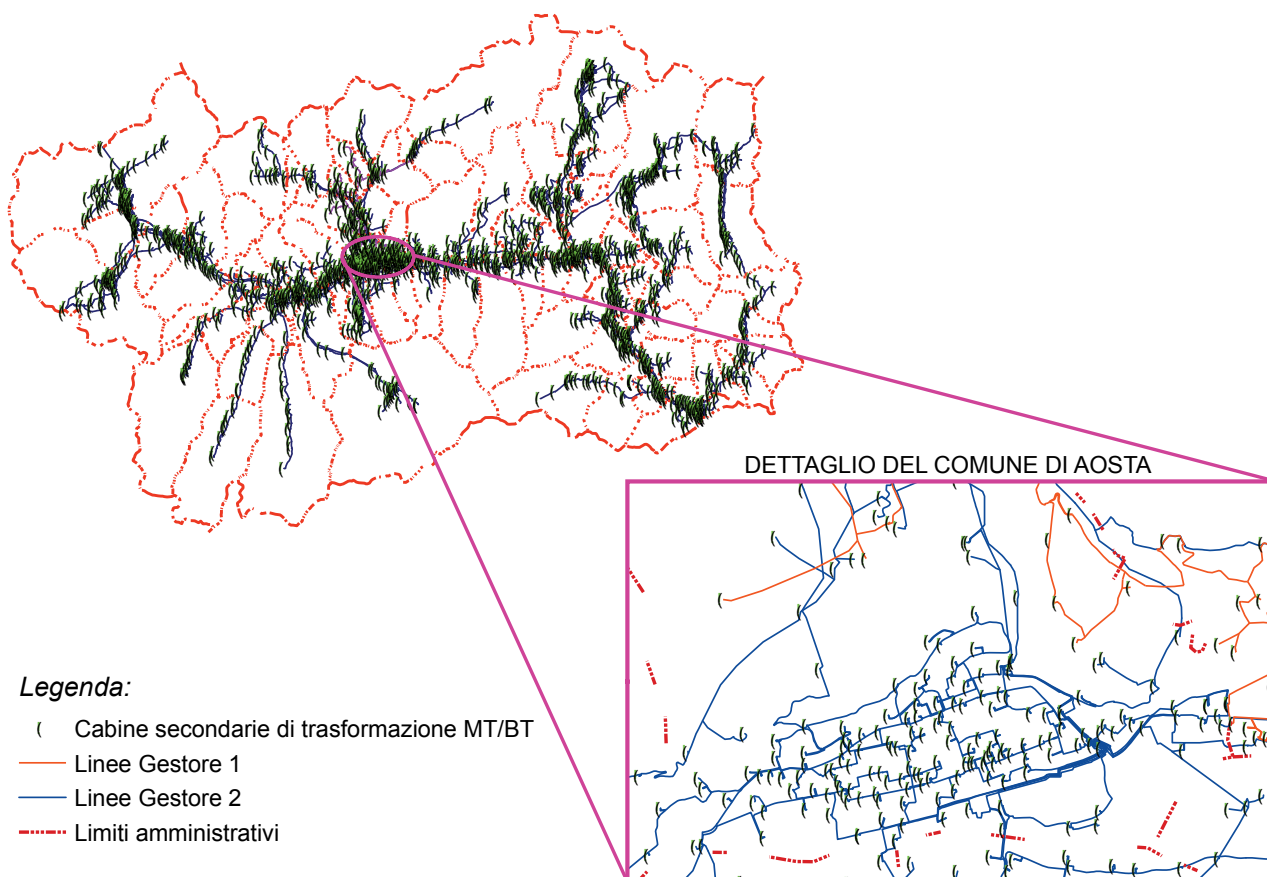
Le informazioni presenti nel database e importanti al fine dell'utilizzo nello studio presentato sono:

- per le linee in media tensione: data del rilascio dell'autorizzazione da parte dell'ente competente, tipo di linea (cavi MT interrati o linee aeree) e lunghezza della linea;
- per le cabine di trasformazione: nome e numero identificativo, data di rilascio dell'autorizzazione da parte dell'ente competente, coordinate cartografiche del punto di installazione ( $x_{UTM}$  e  $y_{UTM}$ ) e potenza del trasformatore presente all'interno (in kVA).

La precisione con la quale i punti di installazione delle cabine sono stati riportati non è tale da permettere però, solo tramite l'analisi della cartografia, di discriminare quelle effettivamente confinanti con luoghi adibitivi a presenza prolungata di persone da quelle lontane da tali zone, inoltre la cartografia di base disponibile non è aggiornata agli edifici di ultima realizzazione.

Pertanto, sulla scorta delle precedenti osservazioni, è stato deciso di effettuare dei sopralluoghi presso tutte le cabine MT/BT di uso civile, di qualunque potenza, presenti sul territorio della Valle d'Aosta ed indicate nel catasto.

Figura 4 – Cartografia della regione Valle d'Aosta con indicate le ubicazioni delle cabine MT/BT e un dettaglio sul comune di Aosta.



Lo scopo dei sopralluoghi è stato pertanto quello di individuare le cabine, con particolare attenzione a quelle confinanti con luoghi adibiti a presenza prolungata di persone e di procedere, qualora ritenuto necessario, all'effettuazione di misure per verificare sia il rispetto dei limiti normativi sia l'esposizione della popolazione ai campi magnetici generati da tali sorgenti.

Nella maggioranza dei casi è stato immediato individuare la cabina e verificare che essa fosse lontana da abitazioni. In alcune occasioni invece non è risultata subito chiara l'ubicazione in quanto gli impianti erano installati all'interno degli edifici e non erano sempre accessibili dall'esterno.

Quando la cabina si trovava lontana da qualsiasi luogo adibito a presenza prolungata di persone (vedi ad esempio Figura 1), durante il sopralluogo sono state scattate solamente alcune fotografie mentre, in tutti quei casi in cui uno qualunque dei lati del locale cabina era adiacente ad un luogo di possibile transito e/o permanenza prolungata di persone, sono state eseguite anche misure di campo magnetico nei locali confinanti.

Il metodo di misura applicato nell'indagine è in linea con quanto consigliato dalla norma CEI 211-6, data di pubblicazione 01-2001, e dal DM 29 maggio 2008 "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell'induzione magnetica" (pubblicato sulla G.U. n°153 in data 02/07/2008) e prevede:

- nell'intorno della cabina: eventuali misure preliminari al fine di individuare le zone con valori di campo magnetico più elevati e decidere se procedere con le misure istantanee e prolungate;
- nei locali in cui non è prevista la permanenza prolungata di persone, ma il solo transito: l'effettuazione di misure in diversi punti opportunamente individuati al fine di caratterizzare le zone in cui il campo magnetico generato è maggiore;
- nei locali adibiti a permanenza prolungata di persone: l'effettuazione di misure istantanee nei quattro angoli e nel centro stanza, ad 1 m di altezza dal piano di calpestio e, nel caso in cui la cabina fosse posta sotto il locale, anche a 10 cm dal pavimento e, ogni qualvolta i livelli di campo rilevati nelle misure istantanee assumano valori sensibilmente più alti del fondo, l'esecuzione di rilievi prolungati nel tempo ad intervalli di rilievo pari a 30 secondi.

Per le cabine di trasformazione MT/BT non esistono sistemi di registrazione sistematici dei flussi di corrente per poter effettuare elaborazioni con dati storici ed estrapolazioni sui dati rilevati come si fa comunemente con gli elettrodotti ad alta tensione.

Quindi per le cabine a servizio delle abitazioni situate in luoghi prettamente a carattere turistico, è stato necessario effettuare le misure nelle stagioni di maggior affluenza di persone per essere certi di eseguire il rilievo in un periodo di alta richiesta di energia elettrica e, quindi, di maggior carico per la cabina stessa.

Inoltre alcune cabine sono situate nei comprensori sciistici, principalmente nei pressi delle stazioni degli impianti di risalita delle piste. In questi casi è stato necessario effettuare i controlli durante la stagione invernale, quando cioè gli impianti sono in funzione. Anche in questo caso le misure sono state effettuate nei locali più prossimi alla cabina che coincidevano, quasi sempre, con la postazione di lavoro dell'operatore addetto al funzionamento degli impianti stessi.

## **RISULTATI**

### **SOPRALLUOGHI E MISURE**

Le cabine ad oggi presenti sul territorio regionale sono poco più di 1800, il 10% circa si trova nel comune di Aosta. Finora ne sono state esaminate circa il 98%.

Tra le cabine visionate solo nel 4% circa dei casi, è stato ritenuto necessario effettuare misure di controllo, di cui il 50% circa ricade nel comune di Aosta. Questo era prevedibile in quanto il comune di Aosta, essendo un centro abitato densamente popolato, ha più probabilità di avere cabine elettriche vicine ad abitazioni o a luoghi a permanenza prolungata di persone.

Una volta definita la necessità di approfondire l'indagine mediante rilievi, è stato necessario, non senza difficoltà, individuare e contattare le persone che utilizzavano i locali, le abitazioni (a

volte seconde case occupate saltuariamente), i luoghi di lavoro e fissare gli incontri per l'esecuzione dei rilievi. Alla data attuale rimangono ancora degli interventi da svolgere proprio per la difficoltà di accesso ai locali.

In Tabella 2 è riportata una sintesi dell'attività svolta. Sono stati inseriti solo i comuni in cui alcune delle cabine presenti sono state oggetto di misurazioni oppure non sono ancora state monitorate.

Tabella 2 – Numero di misure preliminari, istantanee e prolungate e numero di cabine mancanti.

COMUNE	n° cabine	Percentuale rispetto al totale regionale	Non visionate	n° misure preliminari	n° misure istantanee	n° misure prolungate
Aosta	193	10,5%	1	9	20	7
Saint-Vincent	45	2,5%			1	
Gressan	57	3,1%	1		4	
Saint-Christophe	44	2,4%	1			
Courmayeur	88	4,8%	9		2	
Verrès	28	1,5%			1	
Donnas	23	1,3%			1	1
Valtournenche	98	5,4%	6	1	5	1
La Salle	38	2,1%		1		
Morgex	34	1,9%		1	1	
Pollein	28	1,5%		1		
Cogne	27	1,5%		1	1	1
Ayas	71	3,9%	9		3	1
Saint-Marcel	22	1,2%			1	
Hone	23	1,3%			1	
Prè-Saint-Didier	24	1,3%			2	
Brusson	30	1,6%	1		1	
Gressoney-Saint-Jean	29	1,6%			1	
La Thuile	47	2,6%			2	
Torgnon	21	1,1%	1			
Champorcher	15	0,8%	1			
Saint-Rhémy-en-Bosses	15	0,8%	2			
Gressoney-la-Trinité	26	1,4%	6		1	
Valgrisenche	11	0,6%		1		
Chamois	8	0,4%	2			
TOTALE			40	15	48	11

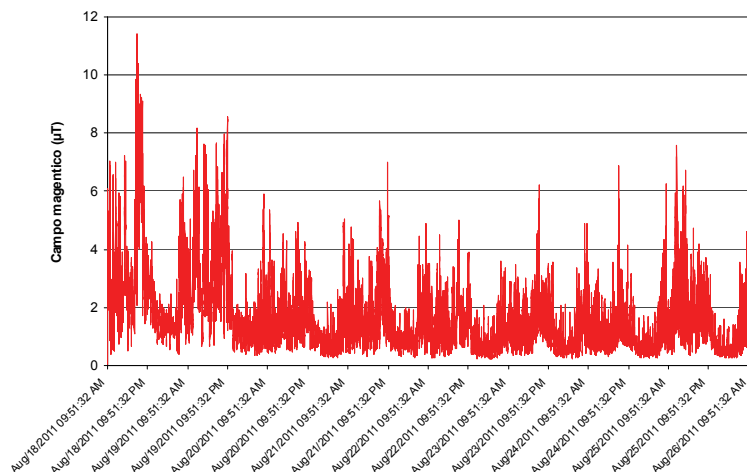
Nella maggioranza dei casi in cui sono state effettuate le misure, i valori di campo magnetico rilevati istantaneamente si mantenevano ampiamente al di sotto di 1  $\mu\text{T}$  e anche le eventuali misure prolungate hanno fornito valori molto inferiori al valore di attenzione.

Nelle situazioni in cui i valori istantanei misurati durante i sopralluoghi sono risultati maggiori dell'obiettivo di qualità di 3  $\mu\text{T}$ , le successive misure prolungate nel tempo hanno invece fornito valori delle mediane sulle 24 h più basse.

In un caso, però, durante un primo sopralluogo sono stati misurati valori istantanei dell'ordine di 5  $\mu\text{T}$  e, siccome si trattava di un alloggio situato in un complesso residenziale prevalentemente ad uso turistico, le misure prolungate nel tempo sono state effettuate in un periodo di alta stagione (Ferragosto) e quindi di elevata richiesta di corrente. Il risultato del monitoraggio in continuo è riportato nel grafico di Figura 5. Si vedono chiaramente alcuni valori istantanei superiori al valore di attenzione di 10  $\mu\text{T}$ , però il calcolo della mediana giornaliera ha prodotto risultati massimi di poco

superiori a 2  $\mu$ T. Nonostante il periodo di vacanza, gli alloggi utilizzati nel complesso erano circa il 10% di quelli disponibili, sarà quindi necessario effettuare ulteriori indagini in altri momenti dell'anno in cui l'affluenza sia più rilevante.

Figura 5 - Misure in continuo di campo magnetico, valori espressi in  $\mu$ T



## DATA BASE

Un ulteriore risultato ottenuto in questo lavoro è stato la realizzazione di un database completo ed aggiornato di tutte le informazioni raccolte durante i sopralluoghi sull'ubicazione della cabina e sull'intervento effettuato. In Figura 6 viene riportata la maschera del database con tutte le informazioni che è possibile inserirvi.

Figura 6 – Maschera del database realizzato da ARPA per immagazzinare tutti i dati relativi alle cabine di trasformazione MT/BT del territorio regionale. In rosso i commenti sulle varie informazioni presenti.

**CABINE DI TRASFORMAZIONE MT/BT**

**DENOMINAZIONE CABINA**  **POTENZA TRASFORMATORE (KVA)**  **ATTIVITA'**

Informazioni reperibili dal catasto regionale degli elettrodotti

**COMUNE**  **INDIRIZZO**  **UBICAZIONE CABINA**

Dati riguardanti il posizionamento della cabina

**REFERENTE**  **TIPO DI INTERVENTO**  **DATA INTERVENTO**

Figura esterna a cui fare riferimento

Tipo di intervento e data di realizzazione dello stesso

**RISULTATI**

Annotazioni riguardanti il tipo di intervento effettuato, i valori misurati e le eventuali azioni di risanamento individuate

**ELENCO ALLEGATI** **ALLEGATO 1**  **ALLEGATO 2**  **ALLEGATO 3**  **ALLEGATO 4**

Allegati disponibili per le note interne e/o esterne, vengono redatti in caso di effettuazione delle misure

**OPERATORI**  **SUPERAMENTO:** ☐ NO ☐ OBIETTIVO DI QUALITA' ☐ VALORE DI ATTENZIONE

Operatori dell'ARPA che hanno effettuato l'intervento

Indicazione dell'eventuale superamento dei limiti misurato durante l'intervento

☐ NOTA ESTERNA ☐ NOTA INTERNA

Documento finale in uscita

Record: 14 di 1832

Questo strumento risulta indispensabile per archiviare in modo omogeneo le informazioni relative a tutte le cabine presenti sul territorio regionale ed agli interventi effettuati al fine di poter recuperare tali informazioni a distanza di tempo dagli interventi.

## **CONCLUSIONI**

Per la loro struttura e la loro funzione di fornitura di corrente all'utente finale, le cabine di trasformazione media/bassa tensione possono generare localmente alti valori di campo magnetico e, data la loro collocazione spesso in prossimità o all'interno di edifici adibiti a presenza di persone, esse possono generare esposizione a campo magnetico.

Pur avendo a disposizione un catasto regionale degli elettrodotti a media tensione, completo anche delle informazioni riguardanti le cabine di trasformazione, non sempre la conoscenza cartografica del punto di installazione della cabina è sufficientemente precisa per discriminare se un impianto confina o meno con luoghi frequentati.

Per questo l'ARPA della Valle d'Aosta ha ritenuto opportuno condurre un'indagine a tappeto sul territorio regionale, effettuando sopralluoghi presso tutte le cabine e, nel caso in cui lo si ritenesse opportuno, eseguendo rilievi di campo magnetico.

I risultati ottenuti sono importanti in quanto permettono di escludere situazioni rilevanti di alta esposizione ai campi magnetici per le cabine fino ad ora visionate, 98% del totale. Solo per un caso specifico sarà necessario approfondire il monitoraggio. Quindi in Valle d'Aosta per quanto il campo magnetico generato dagli elementi interni alla cabina possa essere elevato, le prassi di realizzazione, quanto più possibile lontano dagli edifici o comunque in locali di servizio non frequentati, e le scelte di percorso per i conduttori, in genere sono stati tali da rendere trascurabile il campo magnetico rilevabile all'esterno.

Ciò, però, non è sufficiente per escludere che anche nelle cabine non ancora visionate i livelli di campo magnetico rispettino i limiti normativi in vigore. Infatti, ogni caso ha una sua specificità: i livelli di campo dipendono dalla tipologia di cabina installata, dalla disposizione degli apparati elettrici al suo interno e dalle caratteristiche ambientali del luogo in cui essa viene posizionata. Quindi, solamente tramite il controllo mirato, comprensivo di sopralluogo e di eventuali misure, è possibile monitorare l'esposizione e verificare il rispetto dei limiti.