



Agenzia Regionale per la Protezione dell'Ambiente
Regione Autonoma Valle d'Aosta
Sezione Agenti Fisici – Area NIR

AOSTA: CITTA' SICURA ANCHE NEI 50 Hz



**MISURE E VALUTAZIONE DELL'ESPOSIZIONE AI CAMPI
ELETTRICO E MAGNETICO A 50 Hz GENERATI DA
ELETTRODOTTI NEL COMUNE DI AOSTA**

L'amministrazione comunale di Aosta ha dato incarico all'A.R.P.A di condurre una campagna di misure, su tutto il territorio della città, dei livelli di campo elettrico e magnetico generati alla frequenza di rete di 50 Hz.

Oltre alla rete di trasporto e distribuzione dell'energia elettrica, anche gli impianti domestici, e in generale tutte le apparecchiature funzionanti con l'energia elettrica, generano i campi elettrico e magnetico. I campi generati dagli elettrodomestici, che sono sorgenti di dimensioni limitate nello spazio, possono essere molto intensi a ridosso delle apparecchiature ma si attenuano rapidamente allontanandosi dalla sorgente: già a distanze di 50 cm o 1 m i valori diventano di intensità trascurabile.

A.R.P.A. ha articolato l'indagine in attività di misura diverse tra loro, legate dall'intento di descrivere in modo completo i valori di campo magnetico presenti sul territorio comunale e nel contempo approfondire le situazioni in cui risaltasse la possibilità di una esposizione anomala rispetto ai valori di esposizione media che si riscontrano normalmente in ambiente di vita.

Le attività svolte sono le seguenti:

1. Misure lungo il reticolo cittadino.
2. Misure presso cabine di trasformazione secondarie MT/BT.

3. Misure interne ad edifici nei pressi di elettrodotti a media e bassa tensione.
4. Misure presso edifici rientranti nelle fasce di rispetto degli elettrodotti ad alta tensione

Tutte le misure effettuate nelle attività sopra descritte sono state eseguite secondo quanto suggerito dalla norma CEI 211-6, data di pubblicazione 2001-01.

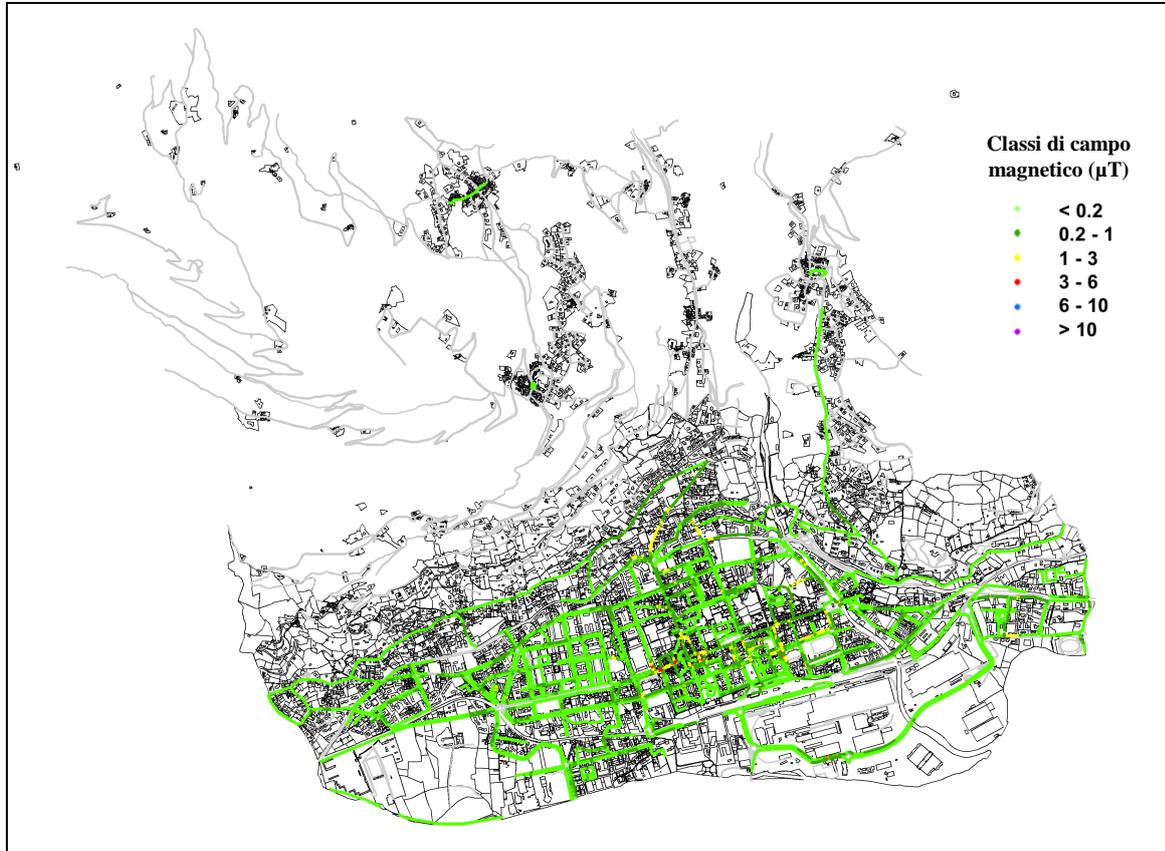
Il lavoro presentato aveva l'obiettivo di valutare l'esposizione complessiva al campo magnetico generato dalla rete elettrica e non la semplice verifica del rispetto dei limiti previsti dalla normativa vigente. Si ritiene comunque esplicitivo elencare tali limiti al fine di introdurre dei valori con cui confrontare quelli rilevati nelle misure e riportati nel seguito del documento:

100 μ T	limite di esposizione
10 μ T	valore di attenzione
3 μ T	obiettivo di qualità

Misure lungo il reticolo cittadino

Sono state eseguite misure di campo magnetico lungo tutti i marciapiedi e le aree pedonali del territorio comunale al fine di ricavare l'esposizione nelle vie della città ed individuare possibili situazioni da approfondire, si ricorda che la maggiore parte degli elettrodotti asserviti alla distribuzione in media e bassa tensione viene interrata.

Figura 1. Misure di campo magnetico lungo reticolo cittadino: periodo autunno/inverno 2006/2007, valori espressi in μ T.



Tale attività è stata eseguita in due stagioni differenti, autunno/inverno e primavera/estate in modo da tener conto di eventuali variazioni di carico delle linee dovute al periodo stagionale. Inoltre tutte le misure sono state effettuate nella fascia oraria dalle 10 alle 13 perchè generalmente è considerata di alto carico.

I risultati ottenuti si riportano in planimetria suddivisi in classi di valori di campo magnetico associate a colori differenti, classi individuate in modo da descrivere in maniera chiara le variazioni dell'andamento del campo magnetico misurato.

Nel periodo autunno/inverno sono state eseguite 66438 misure, mentre la seconda sessione di misure, nel periodo primavera/estate 2007, è stata effettuata in un numero minore di percorsi escludendo alcune zone di scarso passaggio i cui valori rilevati nella prima sessione ricadono nella classe inferiore di valori di campo magnetico; inoltre sono state escluse alcune vie secondarie in cui non erano stati rilevati valori significativi nella prima misura. Il numero di punti rilevati nel periodo primavera/estate risulta circa il 55% rispetto al numero di punti rilevati nella sessione di misure autunno/inverno.

Non sono state riscontrate significative differenze tra i livelli acquisiti nel periodo invernale e quelli nel periodo estivo.

Misure prolungate nel tempo presso cabine di trasformazione MT/BT

Sono state eseguite misure prolungate nel tempo in vicinanza di cabine elettriche di trasformazione secondarie, cioè da media a bassa tensione, per verificare gli andamenti temporali giornalieri o settimanali della distribuzione dell'energia elettrica.

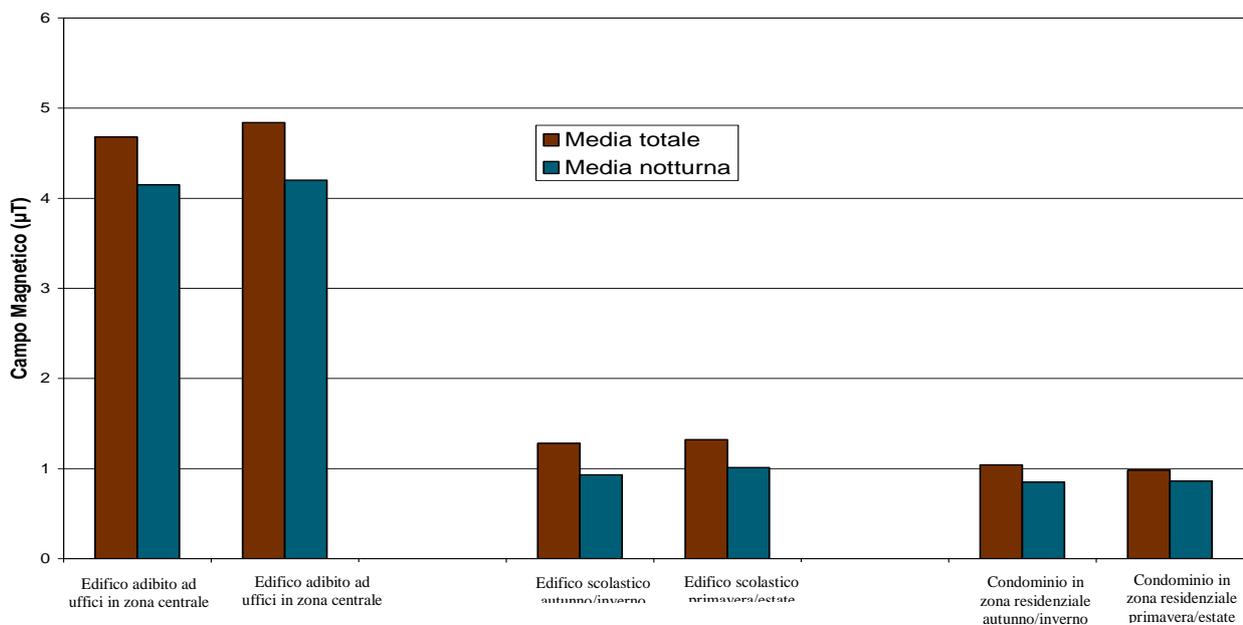
Le cabine di trasformazione MT/BT sono impianti complessi della rete di distribuzione e difficilmente modellizzabili con simulazioni numeriche. D'altro canto, localmente, esse possono generare forti campi magnetici disuniformi. Risulta quindi fondamentale l'esecuzione di misure, puntuali e prolungate nel tempo, per acquisire tutte le informazioni necessarie alla valutazione dell'impatto elettromagnetico da esse generato.

La variabilità della corrente transitante negli elettrodotti di media e di bassa tensione è molto pronunciata perchè è legata alla richiesta di energia elettrica delle utenze. Di conseguenza anche l'andamento del campo magnetico da essi generato varia fortemente. Durante la giornata o la settimana, però, gli andamenti della corrente presentano una certa ripetibilità. A seconda che la zona di interesse sia una via commerciale, un quartiere residenziale o una zona industriale, sono chiaramente visibili momenti della giornata o giorni della settimana con una maggior richiesta di energia rispetto ad altri. Tutto ciò si rispecchia nell'andamento del campo magnetico.

Il monitoraggio è stato eseguito per alcune cabine nei due diversi periodi stagionali, per altre a diversa distanza dalla cabina stessa per valutare la variabilità spaziale del campo magnetico generato.

In figura 2 si riportano i valori medi di tutte le misure e le medie delle misure notturne delle cabine in cui il monitoraggio è stato effettuato in due periodi stagionali differenti. Anche per le cabine come per le linee lungo il reticolo cittadino non si riscontra una sensibile differenza tra i rilievi del periodo invernale e quelli estivi.

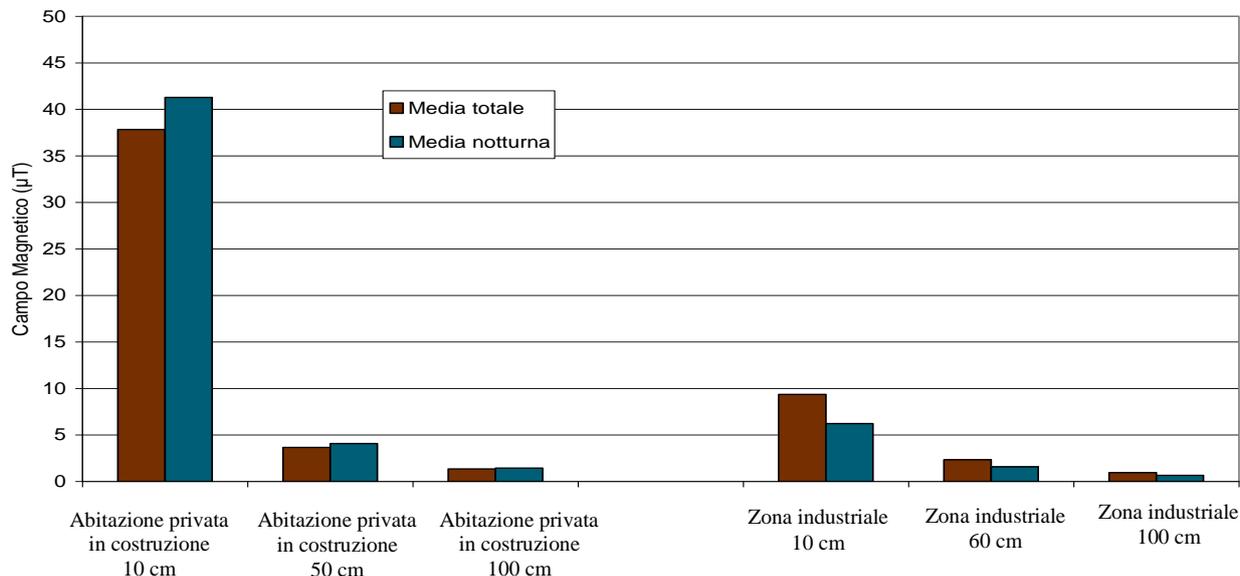
Figura 2. Cabine di trasformazione MT/BT: valori medi totali e notturni in stagioni differenti.



In figura 3 si riportano i valori medi di tutte le misure e le medie delle misure notturne delle cabine in cui il

monitoraggio è stato effettuato a diversa distanza dalla parete della cabina.

Figura 3. Cabine di trasformazione MT/BT: valori medi totali e notturni, misure a distanza diversa dalla parete della cabina.



Le misure presso le cabine hanno evidenziato come tali impianti possano essere sorgenti localizzate di forti campi magnetici: ad esempio nella cabina sita a ridosso di un'abitazione in costruzione i valori medi si attestavano intorno a 40 µT e si sono raggiunte mediane nelle 24 ore di 44 µT, abbondantemente superiori al valore di attenzione di 10 µT. Inoltre sono stati misurati valori istantanei di campo magnetico di circa 80 µT. Tali valori si avvicinano al limite di esposizione (100 µT) che rappresenta un limite da non superare in alcun caso.

Pur senza raggiungere valori così alti anche nelle cabine della zona industriale e nell'edificio adibito ad uffici in zona centrale le mediane si avvicinavano al valore di attenzione di 10 µT.

Si fa notare il rapido e deciso calo di valori di campo magnetico con la distanza, tipico andamento dovuto a sorgenti disuniformi.

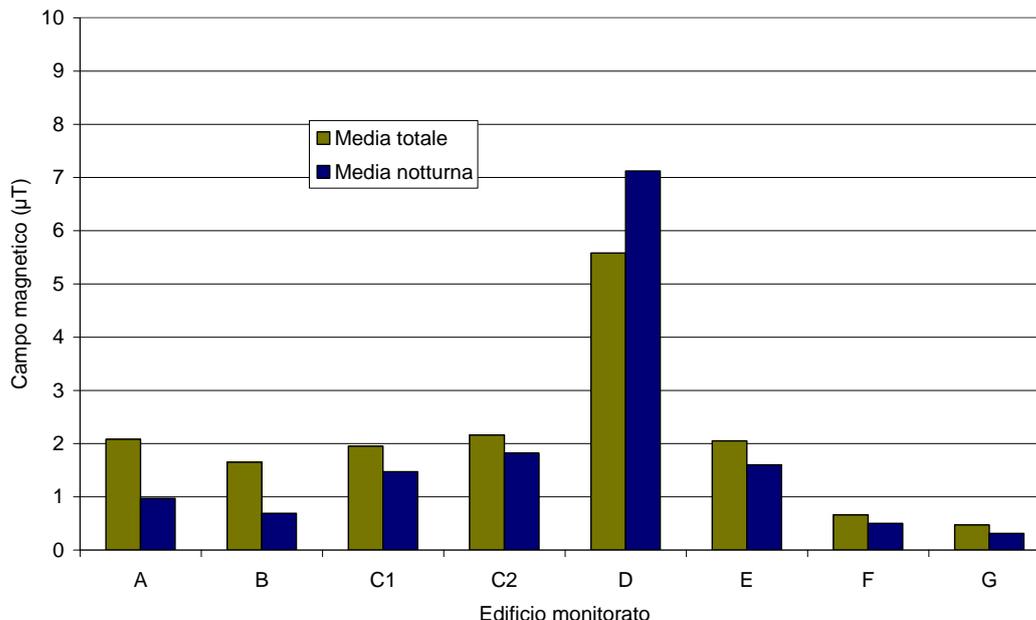
Misure interne ad edifici nei pressi di elettrodotti a media e bassa tensione

A seguito delle misure effettuate lungo il reticolo cittadino e di sopralluoghi sul territorio comunale, sono stati individuati alcuni edifici in prossimità di linee a media e bassa tensione all'interno dei quali si è ritenuto di dover eseguire misure, sia puntuali che prolungate

nel tempo, per approfondire la valutazione dell'esposizione dei residenti. Le misure puntuali sono state eseguite in numero variabile a seconda della posizione della linea rispetto all'edificio (linea che si sviluppa lungo tutto il perimetro del fabbricato, oppure solo su di un lato, linea aerea, ecc.). Le misure continuative nel tempo sono state effettuate nel punto in cui è stato rilevato il valore massimo riscontrato con le misure precedenti.

Non sono state trovate situazioni da approfondire per quanto riguarda l'eventuale esposizione dovuta a linee aeree a media tensione; ciò può essere spiegato dal fatto che la corrente circolante in tali linee è relativamente bassa e che questa tipologia di elettrodotti si estende, per quanto riguarda il territorio di Aosta, soprattutto in zone scarsamente edificate.

In figura 4 sono riassunti i valori delle medie totali e notturne. Tali dati mostrano che nella maggior parte degli edifici monitorati i valori medi di campo magnetico risultano inferiori a 2 µT e calano nelle ore notturne, solo in un edificio si misurano valori medi molto più alti e con valori notturni, maggiori di 7 µT, più alti di quelli diurni (< 6 µT). Si ipotizza che ciò sia dovuto alla presenza sulla facciata dell'edificio dei cavi di illuminazione pubblica.

Figura 4. Valori medi totali e notturni dei monitoraggi prolungati all'interno di edifici, valori espressi in μT ***Elettrodotti ad Alta Tensione sul territorio comunale di Aosta***

Sul territorio del comune di Aosta transitano quattro elettrodotti ad alta tensione, tre aventi tensione pari a 132 kV e uno con tensione 220 kV.

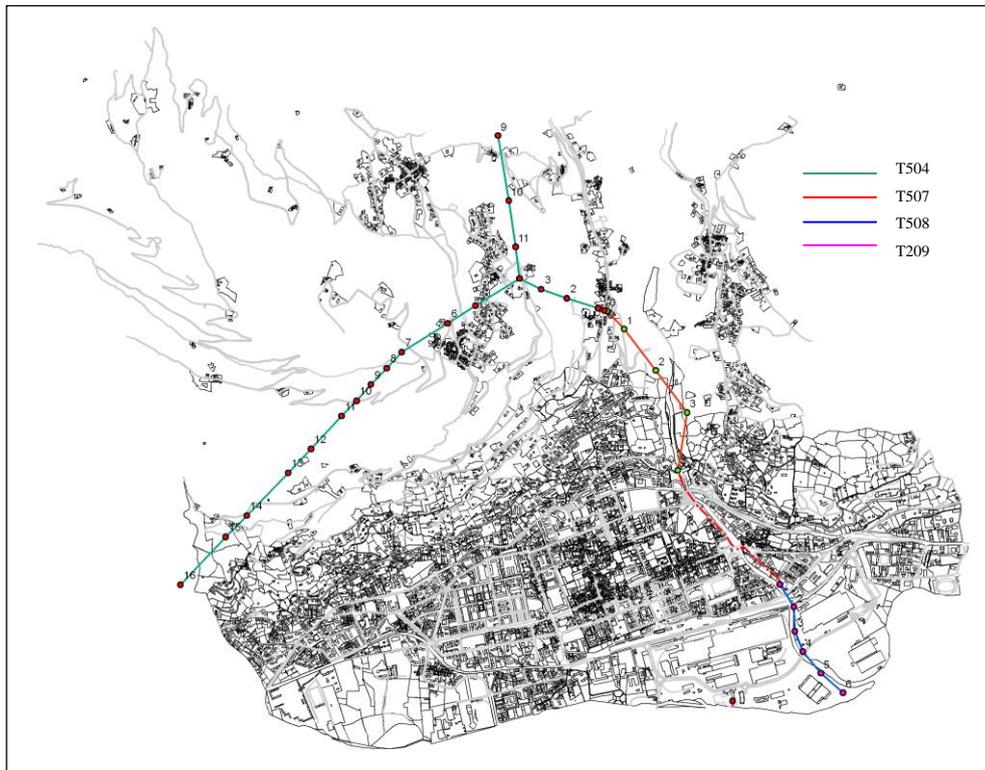
1. T504 Villeneuve – Signayes, 132 kV

2. T507 Signayes – Aosta, 132 kV

3. T508 Aosta – Châtillon, 132 kV

4. T209 Villeneuve – Châtillon, Der. Cogne, 220 kV

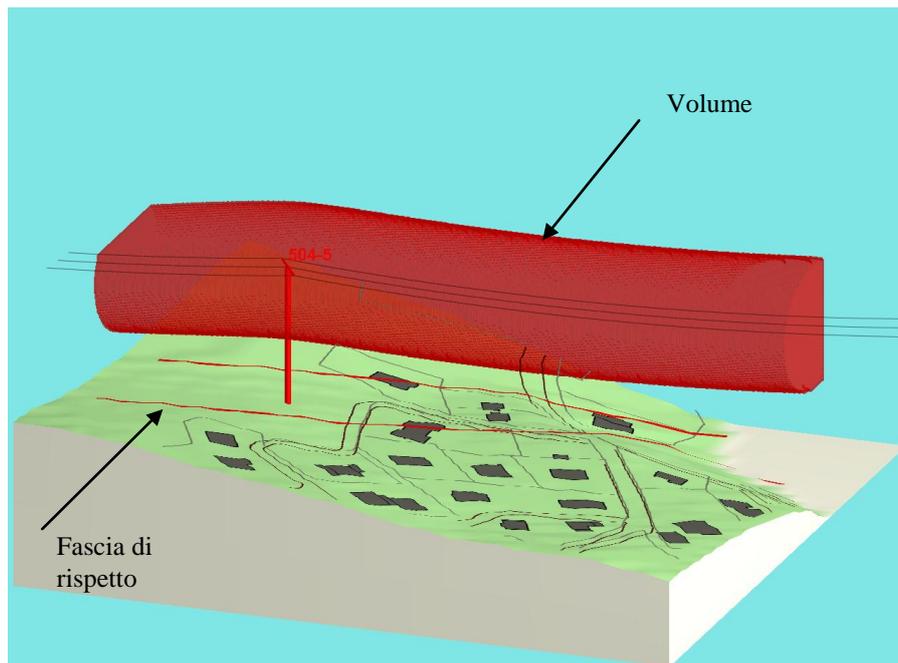
In figura 5 si evidenziano i percorsi di tali elettrodotti con indicati i sostegni dei conduttori nei tratti aerei.

Figura 5. Elettrodotti ad Alta Tensione sul territorio comunale di Aosta

Il criterio utilizzato per selezionare le abitazioni in cui effettuare le misure è stato quello di scegliere tutte le abitazioni rientranti nelle fasce di rispetto, sia come edifici sia come pertinenze esterne, degli elettrodotti.

Si riporta di seguito in figura 6 un esempio tridimensionale del calcolo del volume delimitato dall'isosuperficie di $3 \mu\text{T}$ in relazione ad una linea elettrica esterna e della relativa fascia di rispetto determinata secondo la procedura descritta.

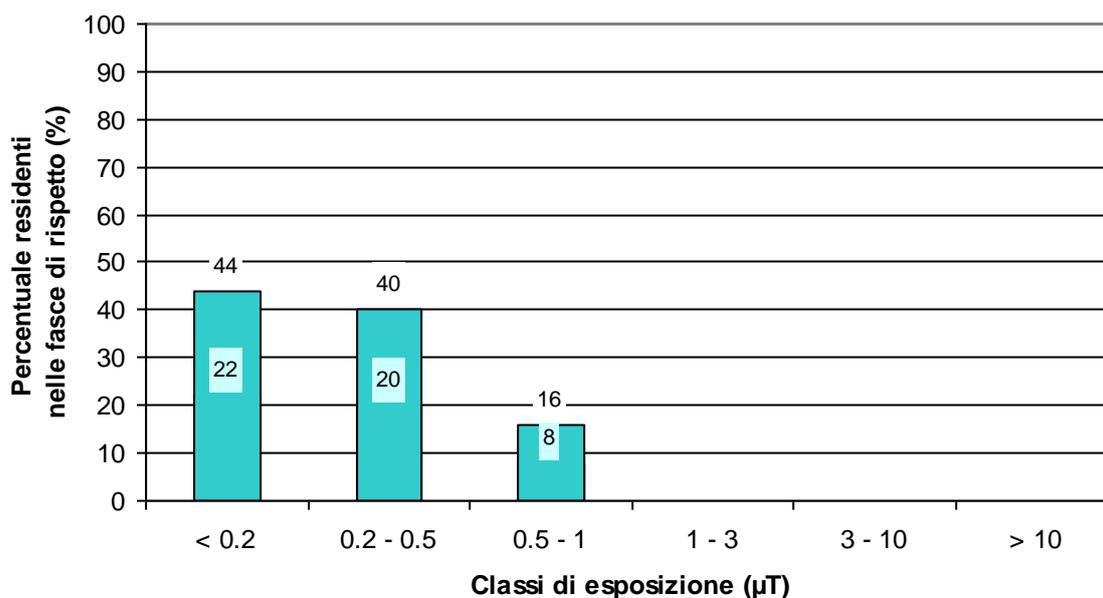
Figura 6. Analisi tridimensionale dei livelli di campo magnetico e della fascia di rispetto nella zona di Entrebin vicino al traliccio n° 5 dell'elettrodotto T504



Il numero totale di residenti nelle 13 abitazioni oggetto di misure è di 50 unità. Questo numero è troppo esiguo per essere confrontato con il totale della popolazione residente nel comune di Aosta, quindi si è ricavata la percentuale degli esposti riferita al solo numero dei residenti delle abitazioni oggetto di indagine.

Si riporta di seguito in figura 7 il grafico relativo ai risultati ottenuti per i valori medi annuali, nel quale i numeri scritti nel riquadro interno alle colonne rappresentano il numero assoluto degli esposti, mentre i numeri sopra alle colonne rappresentano la percentuale rispetto al totale dei residenti nelle fasce di rispetto:

Figura 7. Esposizione percentuale media annuale, anni 2005 e 2006



I risultati delle elaborazioni dei dati ricavati dalle misure eseguite in ogni abitazione e dei dati di corrente transiente nelle linee, sia al momento delle misure stesse che durante gli anni precedenti, 2005 e 2006, evidenziano che i residenti vicino a tali linee sono

esposti a valori di campo magnetico medio inferiori a $1\mu T$: il 44% è stato esposto a meno di $0.2\mu T$ negli anni presi in considerazione.