



PROGETTO

STIMA DEI LIVELLI DI CAMPO ELETTRICO

E DI CAMPO MAGNETICO GENERATO

DA LINEE AEREE AD ALTA TENSIONE

NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI FOLIGNO

RELAZIONE FINALE

Monica Angelucci - Maila Strappini - Manuela Lucarini

Misure e Redazione

Per le misure eseguite con sistema di monitoraggio in continuo non c'è presenza di operatore se non al momento del posizionamento e del ritiro.



Indice

1 Introduzione	pag. 3
2 Loc Sant'Eraclio	pag. 4
2.1 Via Parigi, 7 (Punto 1)	pag. 4
2.2 Via Parigi, 25 (Punto 2)	pag. 6
2.3 Via Parigi, 1 (Punto 3)	pag. 7
2.4 Via Parigi, 9 (Punto 4)	pag. 8
2.5 Via Parigi, 19 (Punto 5)	pag. 9
2.6 Via Scandolaro – Asilo Nido (punto 6)	pag. 10
2.7 Dati Linee Aeree Zona Sant'Eraclio	pag. 11
3 Zona Via Piave	pag. 13
3.1 Via Fiume Trebbia - Scuola Elementare (Punto 7)	pag. 13
3.2 Via Fiume Nera, 6 (Punto 8)	pag. 14
3.3 Via Po (Punto 9)	pag. 16
3.4 Via Piave, 38 (Via Fiume Trebbia, 19) (Punto 10)	pag. 17
3.5 via Fiume Albegna, 18 (Punto 11)	pag. 19
3.6 Via Fiume Albegna, 22 (Punto 12)	pag. 20
3.7 Via Campagnola, 12 (Punto 13)	pag. 21
3.8 Via dei Preti, 7 (Punto 14)	pag. 22
3.9 Via dei Preti, 7/A (Punto 15)	pag. 23
3.10 Dati Linea Aerea e Cabina Zona Via Piave – San Bartolomeo	pag. 24
4 Zona San Bartolomeo	pag. 27
4.1 Via San Bartolomeo, 6 (Punto 16)	pag. 27
4.2 Via Sassovivo, 22 (Punto 17)	pag. 29
4.3 Via Sassovivo, 23 (Punto 18)	pag. 30
4.4 Via Sassovivo, 25 (Punto 19)	pag. 31
4.5 Dati Linea Aerea Zona San Bartolomeo	pag. 32
5. Zona Sportella Marini	pag. 33
5.1 Via Sicilia, 31 (Punto 20)	pag. 33
5.2 Via Sicilia, 29 (Punto 21)	pag. 34
5.3 Dati linee elettriche Zona Sportella Marini	pag. 35
6 San Giovanni Profiamma	pag. 36
6.1 Via Canova, 27 (Punto 22)	pag. 36
6.2 Via Canova, 25 (Punto 23)	pag. 37
6.3 Dati linee elettriche Loc. San Giovanni Profiamma	pag. 38
7 Strumentazione utilizzata	pag. 39
7.1 Strumento isotropico per misure di campo elettrico e magnetico	pag. 39
7.2 Strumento isotropico per misure di campo magnetico in	pag. 39
7.3 Incertezza sulle misure di campo elettrico e magnetico	pag. 40
7.4 Strumentazione di GPS	pag. 40
7.5 Normativa di riferimento	pag. 40

 <p>Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria</p>	<p>Tipo di documento</p> <p>RELAZIONE FINALE</p>	<p>Sigla di identificazione</p> <p>Progetto ELF</p>
---	---	--

1 Introduzione

Lo studio è stato realizzato attraverso una campagna di misura effettuata con strumentazione portatile in grado di effettuare misure immediate di campo elettrico e campo di induzione magnetica (o campo magnetico) e misure in continuo atte a monitorare in modo continuativo il campo di induzione magnetica. Il periodo di monitoraggio è stato scelto pari ad una settimana, comprendendo al suo interno sia giorni lavorativi che giorni festivi, così da valutare i campi con i diversi funzionamenti delle linee elettriche. La strumentazione è in grado di fornire valori indicativi del campo magnetico prodotto dalla sorgenti in maniera continuativa registrando un valore ogni 5 minuti ed effettuando poi l'identificazione del valore minimo e massimo registrati e la media di tutto il periodo di monitoraggio.

Per meglio collegare i dati di monitoraggio con il funzionamento degli elettrodotti (ed in particolare della corrente che vi fluisce che è proporzionale al campo magnetico prodotto), ove fornito dal gestore vengono riportati i dati di funzionamento delle linee ed i valori di tensione e corrente di esercizio.

I vari punti di misura sono stati tutti georeferenziati, utilizzano strumentazione GPS così da poterli poi riportare su opportuna cartografia.

Di seguito sono riportati i risultati dello studio suddiviso per le quattro differenti zone studiate. Per ogni edificio scelto per l'effettuazione della misura viene riportata una breve descrizione del punto di misura e/o monitoraggio, il risultato delle misure istantanee, i risultati del monitoraggio come tabella riportante la media dell'intero periodo di monitoraggio, i valori massimo e minimo e il grafico riportante i dati registrati dallo strumento nell'intero periodo di monitoraggio.

In conclusione, per completezza sono riportate le caratteristiche tecniche della strumentazione utilizzata.

	Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
		RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

2 Loc Sant'Eraclio

Le misure di campo elettrico e magnetico sono state effettuate all'interno di edifici adibiti ad abitazione in Via Parigi - Loc. S. Eraclio di Foligno. Le abitazioni selezionate fanno parte di un complesso di edifici a schiera che si trovano all'incirca paralleli alle linee elettriche. Le abitazioni controllate sono rappresentative del gruppo di abitazioni adiacenti. Nella medesima zona è presente un Asilo Nido in cui sono stati effettuati numerosi controlli, per completezza è riportato, nella presente relazione, il monitoraggio eseguito nei primi mesi del 2002. I dati delle linee sono riportati al paragrafo 2.6. La determinazione della minima distanza tra il cavo più prossimo e il tetto degli edifici presi in esame non è stata sempre effettuata.



Abitazioni a schiera di Via Parigi

2.1 Via Parigi, 7 (Punto 1)

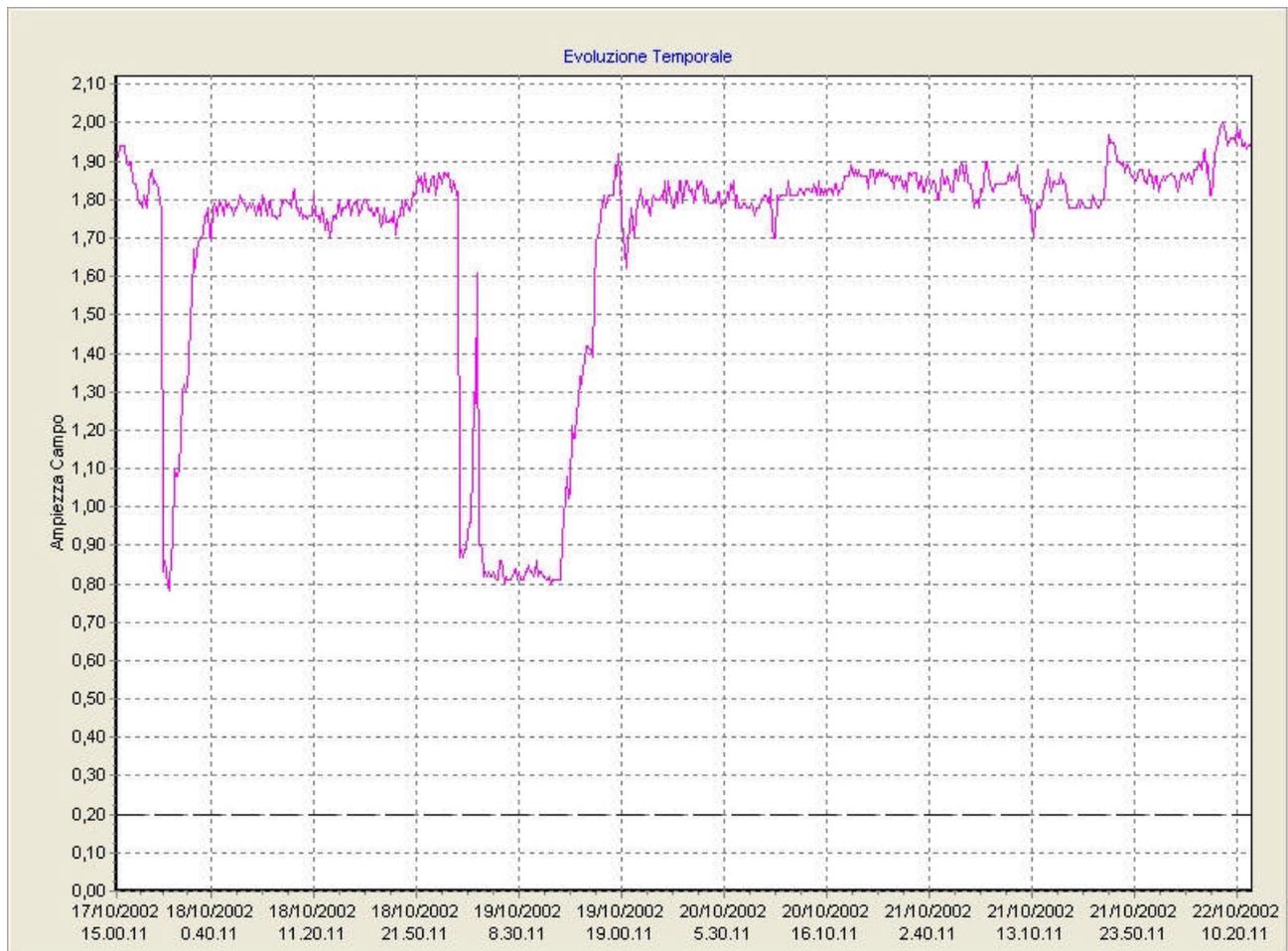
Le misure sono state eseguite in data 17.10.02. I risultati delle misure sono riportati in tabella, i valori di campo elettrico e magnetico sono quelli massimi misurati.

Descrizione	Distanza dal piano di calpestio (m)	Ora	Filtro	E (V/m)	B (μT)
Esterno - giardino al di sotto delle linee	0	12.10	5 Hz ÷ 2 kHz	292,2	1,66
			50 Hz	205,4	1,70
Interno - ingresso	0	12.25	50 Hz	-	1,35
Interno - soggiorno	0	12.30	50 Hz	-	1,08
Interno - camera	4,4	12.35	50 Hz	-	1,60
Esterno - terrazzo	4,4	12.40	5 Hz ÷ 2 kHz	156,9	-
			50 Hz	156,4	2,09
Interno - mansarda	7,6	12.50	5 Hz ÷ 2 kHz	-	2,35
			50 Hz	-	2,06

Il monitoraggio è stato eseguito per il periodo dalle ore 15.00 del 17 ottobre 2002 alle ore 12 del 22 ottobre 2002. Il misuratore in continuo è stato posizionato all'interno della mansarda.

I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)
Medio = 1,70
Max = 2,00
Min = 0,78





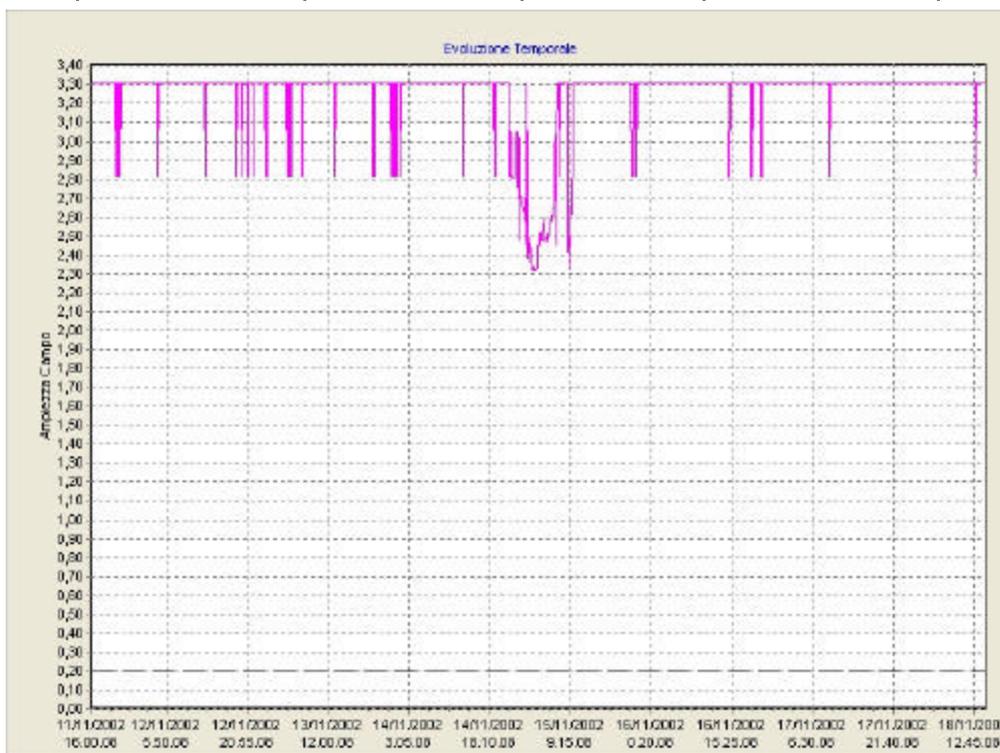
2.2 Via Parigi, 25 (Punto 2)

Le misure sono state eseguite in data 19.11.02. Dopo aver preso visione del sito è stata individuata l'area all'interno dell'abitazione in oggetto maggiormente esposta; in tale area, sono stati selezionati alcuni punti e rilevati i valori di campo elettrico e magnetico massimi con strumentazione palmare. I risultati delle misure sono riportati in tabella, i valori di campo elettrico e magnetico sono quelli massimi misurati.

Descrizione	Distanza dal piano di calpestio (m)	Ora	Filtro	E (V/m)	B (µT)
Esterno - giardino al di sotto delle linee	1	16.00	5 Hz ÷ 2 kHz	287,7	4,20
			50 Hz	281,7	3,20
Esterno - terrazzo	4,4	16.45	5 Hz ÷ 2 kHz	271,4	4,17
			50 Hz	210,4	3,20
Interno - camera	4,4	16.55	5 Hz ÷ 32 kHz	19,31	2,55
Interno - mansarda	7,6	17.00	5 Hz ÷ 2 kHz	-	2,97
			50 Hz	-	2,39

Il monitoraggio è stato eseguito per il periodo che va dalle ore 16.00 dell'11 novembre 2002 alle ore 15.00 del 18 novembre 2002. Il misuratore in continuo è stato posizionato all'interno della mansarda. I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (µT)			
Medio = 3,26	Mediana = 3,2	Max = 3,31	Min = 2,32



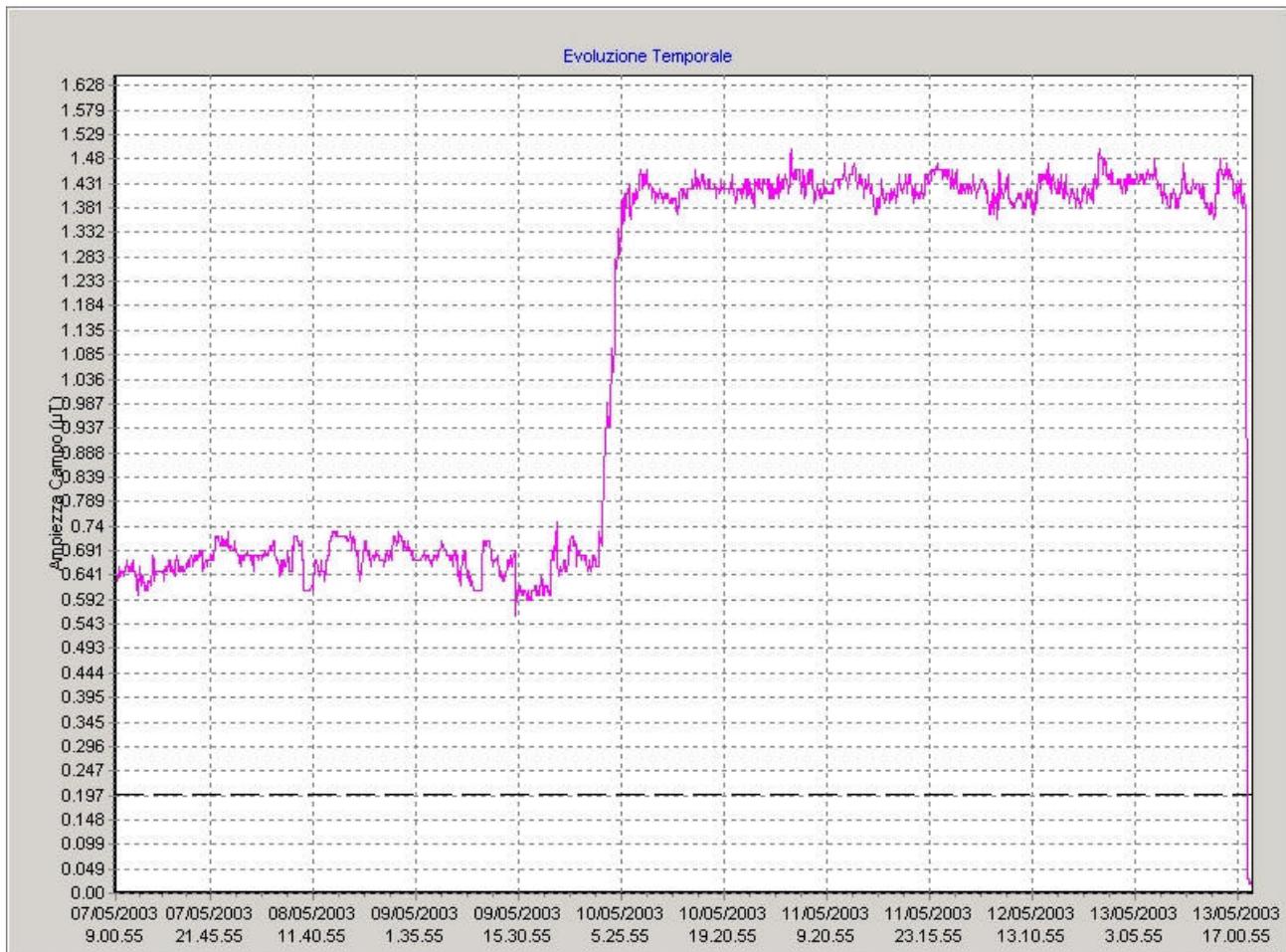
2.3 Via Parigi, 1 (Punto 3)

Il monitoraggio è stato eseguito per il periodo dalle ore 09:00 del 7 maggio 2003 alle ore 18:00 del 13 maggio 2003.

Il misuratore in continuo è stato posizionato all'esterno dell'abitazione, precisamente nella terrazza del piano secondo (di due).

I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)
Medio = 1,02
Max = 1,5
Min = 0,54



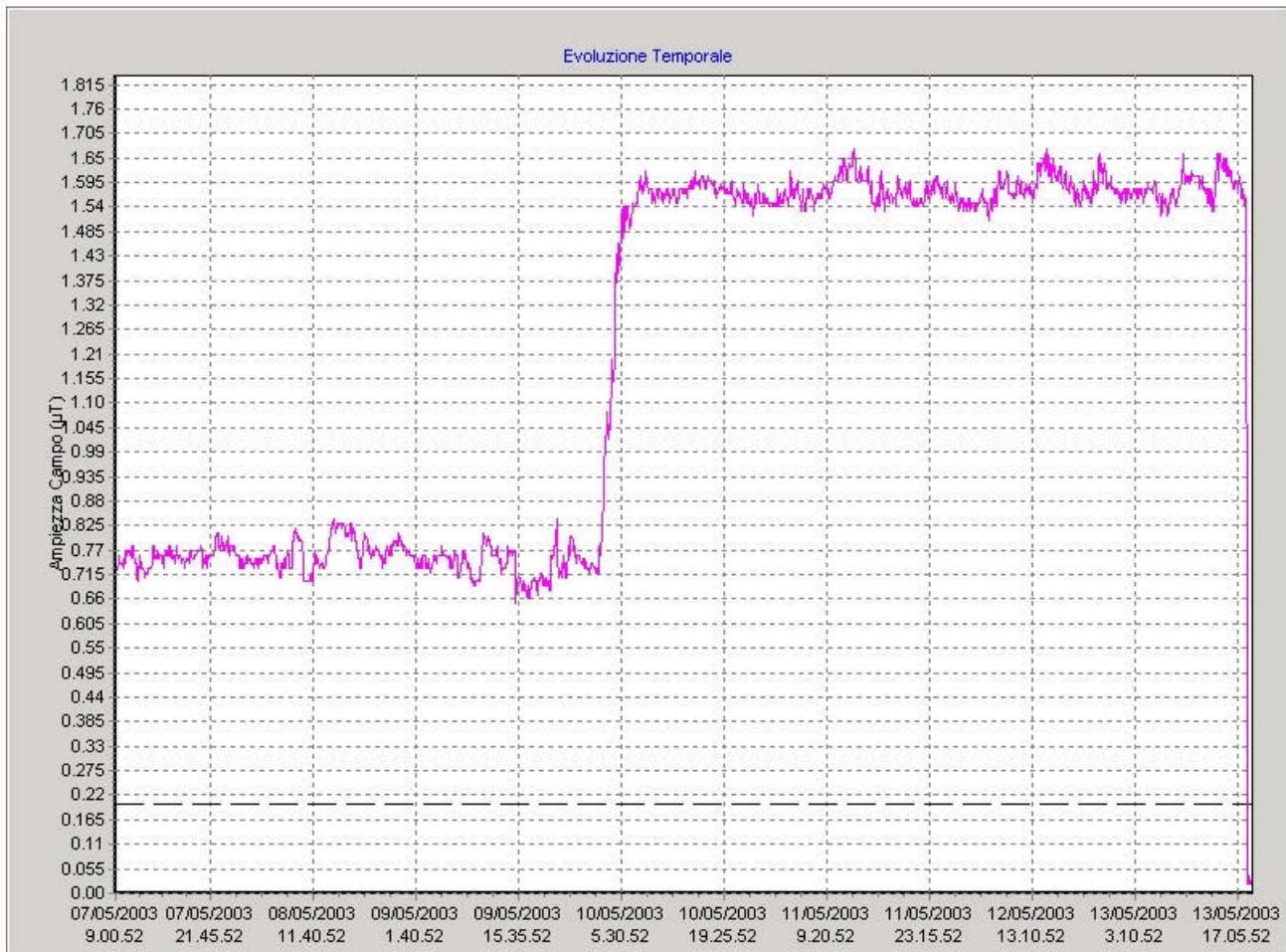
2.4 Via Parigi, 9 (Punto 4)

Il monitoraggio è stato eseguito per il periodo dalle ore 09:00 del 7 maggio 2003 alle ore 18:00 del 13 maggio 2003.

Il misuratore in continuo è stato posizionato all'esterno dell'abitazione precisamente nella terrazza del piano secondo (di due).

I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)
Medio = 1,15
Max = 1,65
Min = 0,66



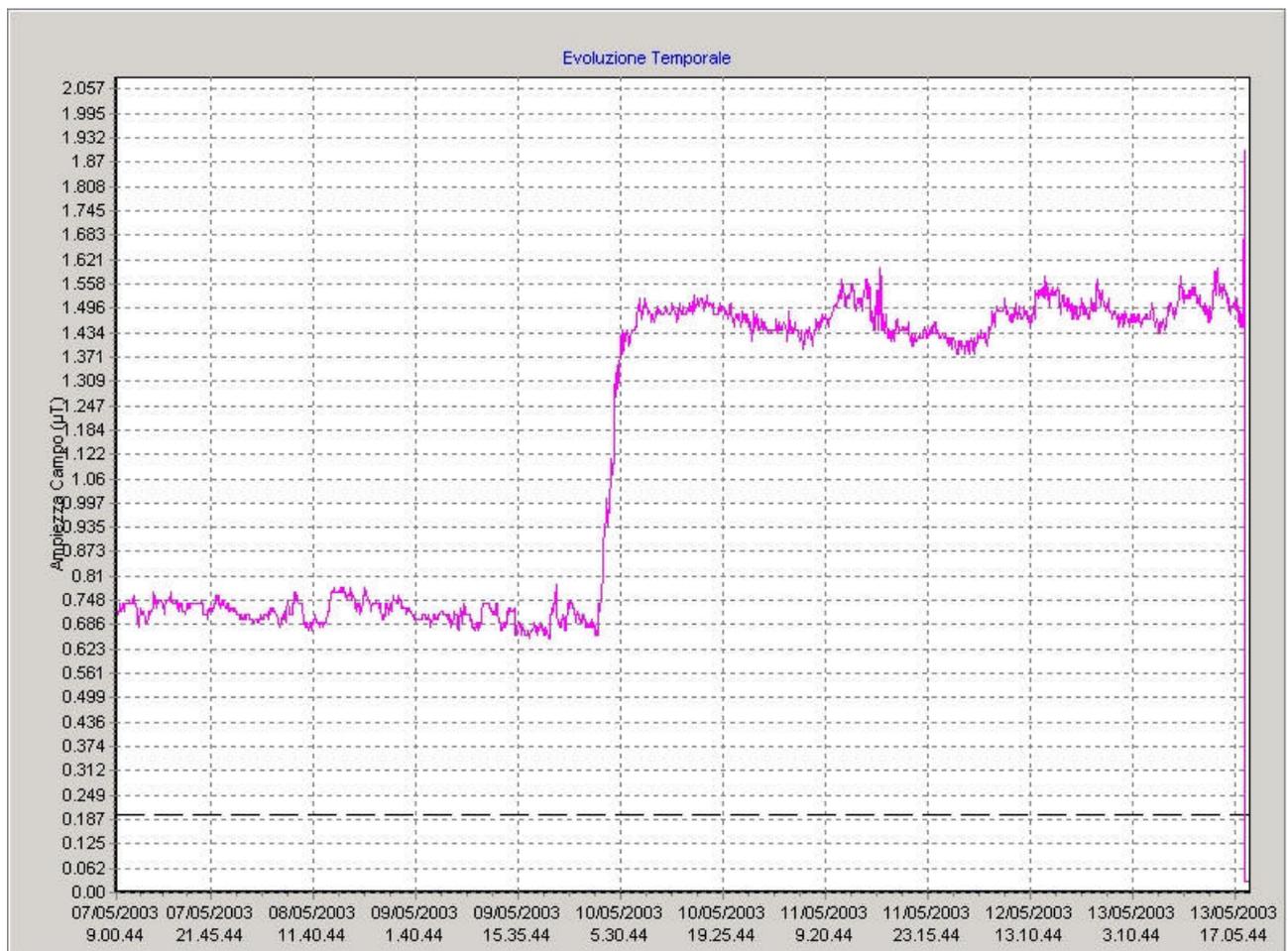
2.5 Via Parigi, 19 (Punto 5)

Il monitoraggio è stato eseguito per il periodo dalle ore 09.00 del 7 maggio 2003 alle ore 18.00 del 13 maggio 2003.

Il misuratore in continuo è stato posizionato all'esterno dell'abitazione precisamente nella terrazza del piano secondo (di due).

I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)
Medio = 1,10
Max = 1,56
Min = 0,65



2.6 Via Scandolaro – Asilo Nido (punto 6)

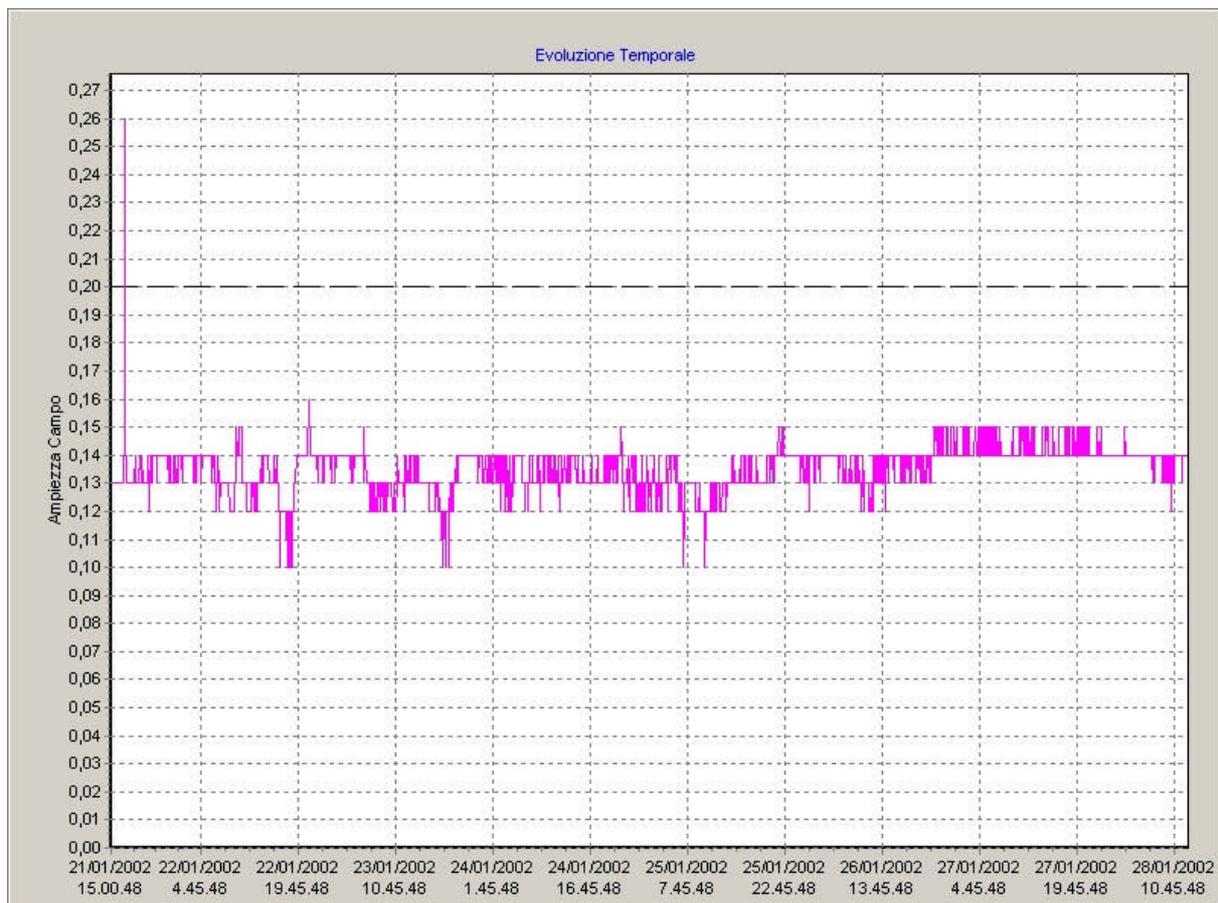
Il misuratore in continuo è stato posizionato all'interno dell'edificio nell'aula più prossima alla linea sopra un mobile (di circa 160 cm di altezza) in legno.

La determinazione della minima distanza tra il cavo più prossimo e il tetto dell'edificio preso in esame è stato effettuata con strumento laser della LAICA tipo DISTO BASIC.

Edificio	Valore distanza misurato	Controllo effettuato in data
Asilo Nido	37.64 m	23.10.2000

Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 15.00 del 21 Gennaio 2002 alle ore 15 del 28 Gennaio 2002 (antecedentemente all'avvio del progetto ma inserite per completezza) I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)
Medio = 0,14
Max = 0,26
Min = 0,10



 Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
	RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

2.7 Dati Linee Aeree e Zona Sant'Eraclio

Caratteristiche delle linee monitorate

Nome Elettrodotto	Tensione di esercizio kV	Corrente massima di esercizio A ^(*)	Tensione autorizzata kV
Cappuccini - Trevi	120	600	150
Cappuccini - Bastardo	120	688	-

(dati forniti da Terna Gruppo Enel)

(*) la corrente massima di esercizio non viene generalmente raggiunta come si può evidenziare dai dati di funzionamento nei vari periodi di sopralluogo.

Dati di funzionamento nei vari periodi di misura e monitoraggio

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 del 21/01/02 alle 24,00 del 28/01/02 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)
Cappuccini - Trevi	44	32
Cappuccini - Bastardo 1	299	299
Cappuccini - Bastardo 2	294.9	294

(dati forniti dalla GRTN)

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 del 17/10/02 alle 24,00 del 22/10/02 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)	Media della Tensione (kV)
Cappuccini - Trevi	53	58	121,6
Cappuccini - Bastardo 1	288	305	121,4
Cappuccini - Bastardo 2	284	301	121,4

(dati forniti dalla GRTN, alcuni dati del periodo mancano per problemi tecnici)

Il valore di tensione e corrente delle linee durante il sopralluogo del 17.10.02 sono stati:

Cappuccini - Bastardo 1

Cappuccini - Bastardo 2

Cappuccini - Trevi

Ora	kV	A
11:45	117,3	318
12:00	119,1	318
12:15	120	305
12:30	120,8	305
12:45	121,7	300
13:00	122,8	301
13:15	121,9	299
13:30	121,3	299
13:45	121,1	303

I

Ora	kV	A
11:45	117,3	313
12:00	119,1	314
12:15	120	302
12:30	120,8	301
12:45	121,7	296
13:00	122,8	297
13:15	121,9	295
13:30	121,3	295
13:45	121,1	299

Ora	kV	A
11:45	117,3	89
12:00	119,1	74
12:15	120	60
12:30	120,8	58
12:45	121,7	48
13:00	122,8	62
13:15	121,9	59
13:30	121,3	60
13:45	121,1	70

 Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
	RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

I valori i di corrente e della tensione delle linee nel periodo dalle 00,00 del 11/11/02 alle 24,00 del 18/11/02 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)	Media della Tensione (kV)
Cappuccini - Trevi	52	39	120,8
Cappuccini – Bastardo 1	301	305	120,9
Cappuccini – Bastardo 2	297	300	121,3

(dati forniti dalla GRTN alcuni dati del periodo mancano per problemi tecnici)

Il valore di tensione e corrente delle linee durante il sopralluogo del 19.11.02 dalle ore 16.00 alle ore 17.00 non sono stati forniti in quanto indisponibili per problemi tecnici.

Il valore della corrente delle due linee Cappuccini – Bastardo è disomogeneo nel periodo dalle 00,00 del 07/05/03 alle 24,00 del 13/05/03 pertanto sono presentati i valori di corrente separati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)	Mediana Della corrente (A)	Media della Tensione (kV)
	dalle 00 del 07/05/03 alle 04.00 del 10/05/03	dalle 04.00 del 10/05/03 alle 00.00 del 13/05/03	dalle 00 del 07/05/03 alle 04.00 del 10/05/03	dalle 04.00 del 10/05/03 alle 00.00 del 13/05/03	
Cappuccini – Bastardo 1	149	303	149	303	120,5
Cappuccini – Bastardo 2	147	299	147	300	120,4

(dati forniti dalla GRTN)

Il valore della corrente della linea Cappuccini – Trevi nel periodo dalle 00,00 del 07/05/03 alle 24,00 del 13/05/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)	Media della Tensione (kV)
Cappuccini - Trevi	78	77	120,6

(dati forniti dalla GRTN)

3 Zona Via Piave

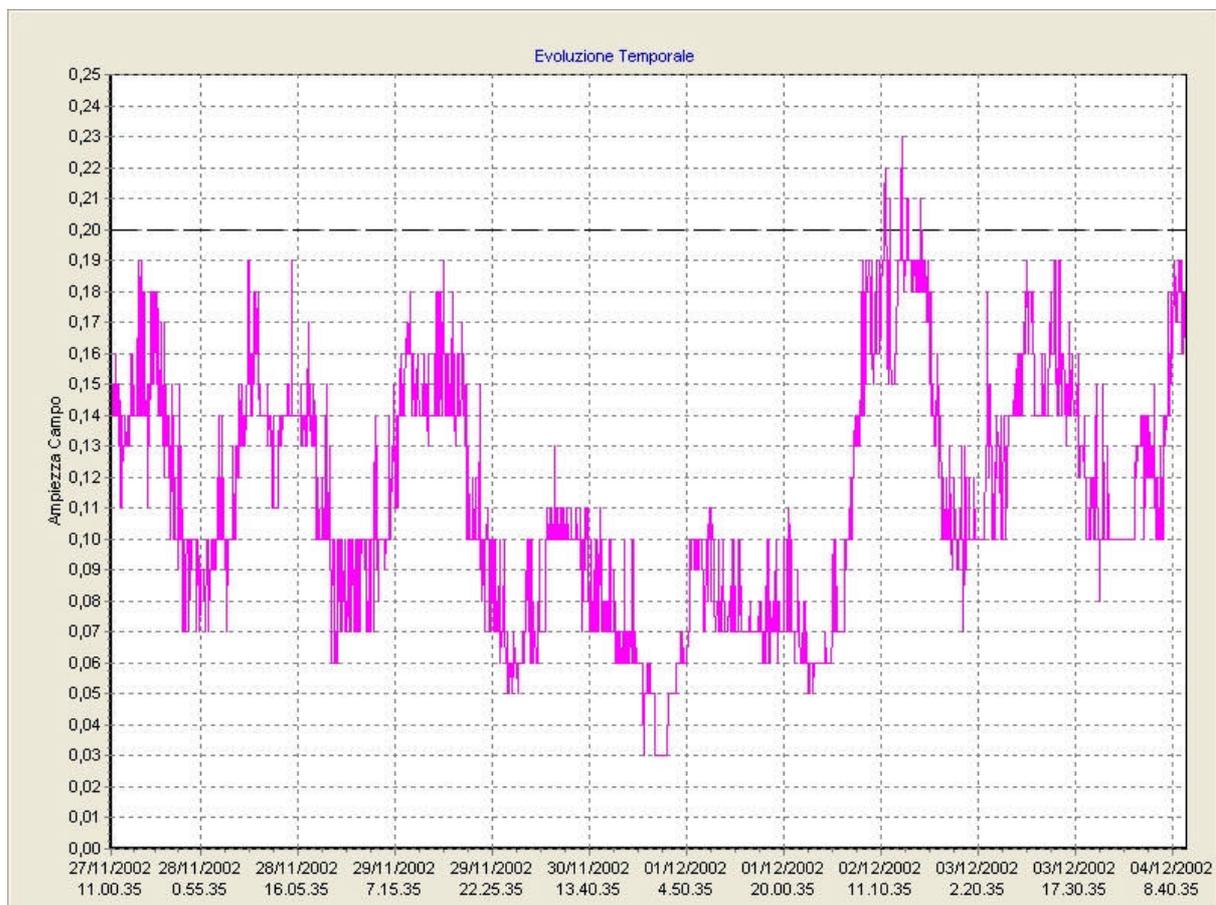
Le misure di campo magnetico sono state effettuate all'interno di edifici adibiti ad usi molteplici (abitazione, scuola) a Via Piave e nelle vie laterali. Gli edifici sono stati selezionati in base alla distanza dalle linee e dalle cabine ed in base alla disponibilità dei residenti, in modo tale da essere rappresentative degli altri edifici adiacenti. La zona è interessata dal passaggio di linee gestite da GRTN gruppo ENEL e dalla Rete Ferroviaria Italiana (RFI), oltre alla linee aeree alcune abitazioni sono adiacenti alla cabina di trasformazione della RFI. Le informazioni fornite dai gestori sono riportate al paragrafo 3.10. La determinazione della minima distanza tra il cavo più prossimo e il tetto degli edifici presi in esame non è stata sempre effettuata.

3.1 Via Fiume Trebbia - Scuola Elementare (Punto 7)

Le misure di campo magnetico sono state effettuate all'interno di edificio scolastico nell'aula più prossima alle linee all'ultimo piano dell'edificio. Il misuratore in continuo è stato posizionato all'interno di un armadio in legno.

Il monitoraggio è stato eseguito per il periodo che va dalle ore 11.00 del 27 novembre 2002 alle ore 11.00 del 4 dicembre 2002. I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)		
Medio = 0,11	Max = 0,23	Min = 0,03



 Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
	RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

3.2 Via Fiume Nera, 6 (Punto 8)

Le misure sono state eseguite in data 27/01/2003. Dopo aver preso visione del sito è stata individuata l'area all'interno dell'abitazione in oggetto maggiormente esposta; in tale area, in accordo alla fig. 1, sono stati selezionati alcuni punti e rilevati i valori di campo magnetico massimi con strumentazione palmare.

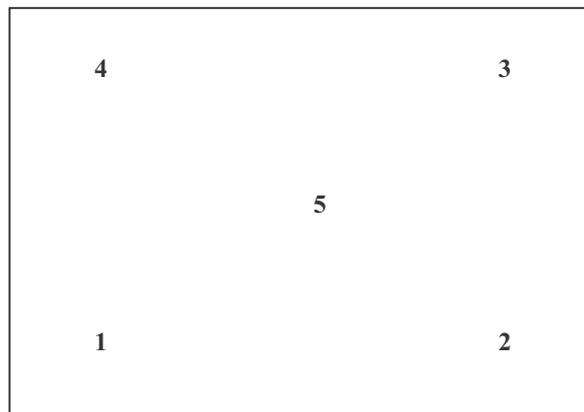


Figura 1 Distribuzione dei punti di misura

I risultati delle misure sono riportati in tabella, i valori di campo magnetico sono quelli massimi misurati.

Ora	Punto	Distanza dal piano di calpestio (m)	Abitazione	Filtro	Id. punto	B (μ T)
11:00	Camera da letto (piano 2 di 2)	5	Via Nera, 6	5 Hz – 32 kHz	1	0,373
				50 Hz		0,218
				5 Hz – 32 kHz	2	0,359
				50 Hz		0,225
				5 Hz – 32 kHz	3	0,334
				50 Hz		0,266
				5 Hz – 32 kHz	4	0,326
				50 Hz		0,252
				5 Hz – 32 kHz	5	0,326
				50 Hz		0,237

Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 09.00 del 27 Gennaio 2003 alle ore 09.40 del 03 Febbraio 2003. Il misuratore in continuo è stato posizionato nella medesima stanza in cui sono state effettuate le misure.

I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

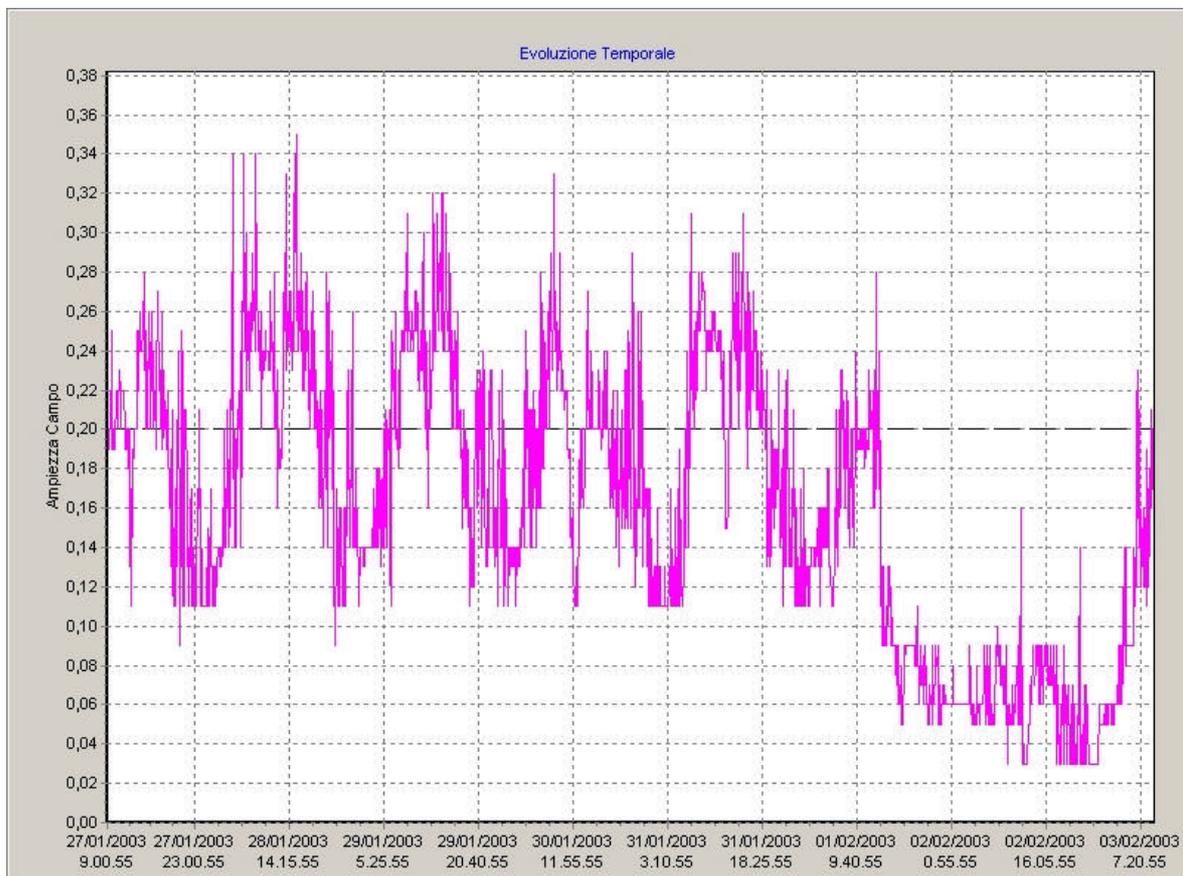
Campo magnetico

(μT)

Medio = 0,16

Max = 0,35

Min = 0,03





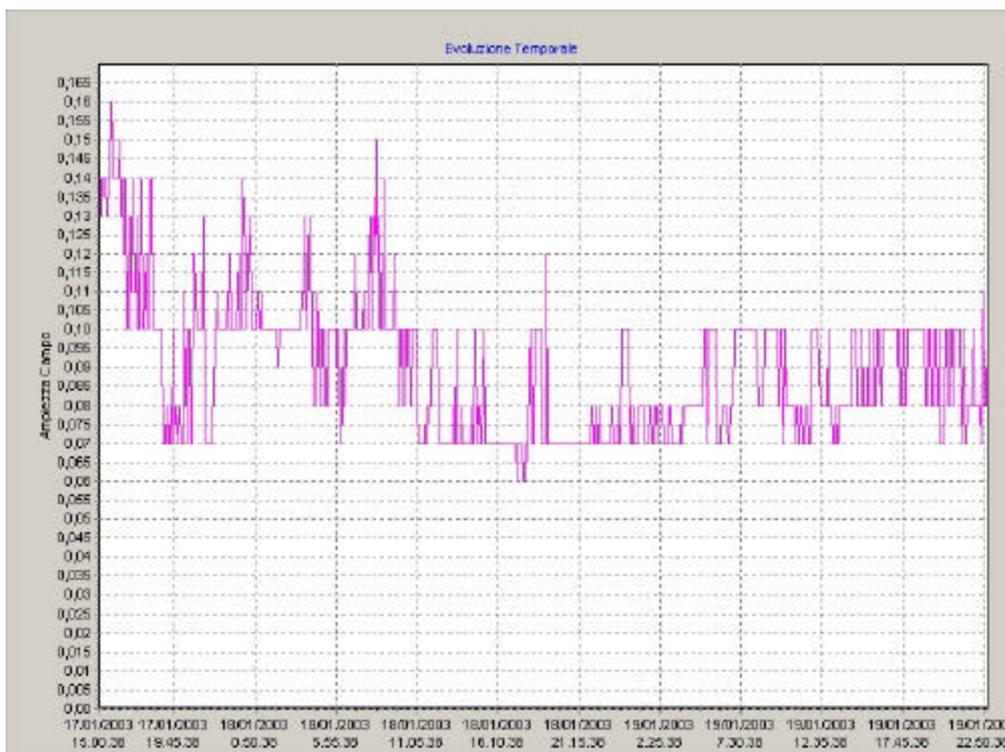
3.3 Via Po (Punto 9)

Le misure sono state eseguite in data 17/01/2003. Dopo aver preso visione del sito è stata individuata l'area all'interno dell'abitazione in oggetto maggiormente esposta; in tale area, in accordo alla fig. 1, sono stati selezionati alcuni punti e rilevati i valori dei campi elettrico e magnetico massimi. I risultati delle misure sono riportati in tabella, i valori di campo elettrico e magnetico sono quelli massimi misurati.

Ora	Punto	Abitazione	Filtro	Id. punto	B (μ T)	E (V/m)
12:00	Ingresso palestra (piano 1 di 1)	Via Po	5 Hz – 32 kHz	1	0,355	-
			5 Hz – 32 kHz	2	0,279	-
			50 Hz		0,095	-
			5 Hz – 32 kHz	3	0,223	-
			50 Hz		0,118	-
			5 Hz – 32 kHz	4	0,36	-
			50 Hz		0,215	-
5 Hz – 32 kHz	5	0,389	24,15			

Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 15.00 del 17 Gennaio 2003 alle ore 22.50 del 19 Gennaio 2003, la strumentazione è stata posizionata nella medesima stanza in cui sono state effettuate le misure. I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μ T)		
Medio = 0,09	Max = 0,16	Min = 0,06



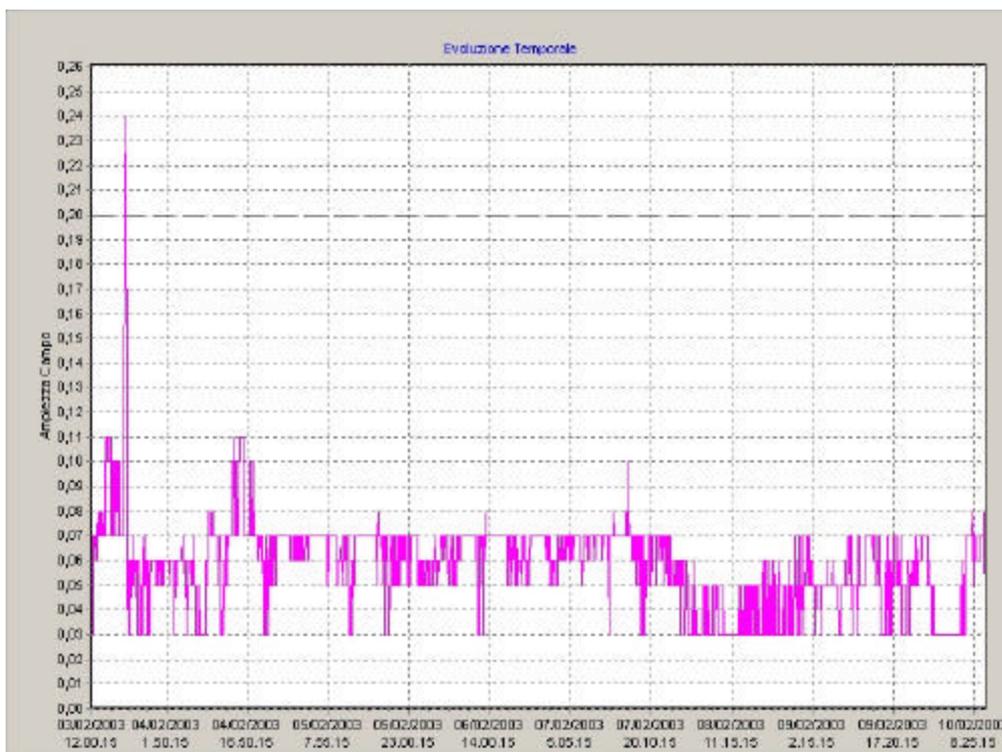
3.4 Via Piave, 38 (Via Fiume Trebbia, 19) (Punto 10)

Le misure sono state eseguite in data 03/02/2003. Dopo aver preso visione del sito è stata individuata l'area all'interno dell'abitazione in oggetto maggiormente esposta; in tale area, in accordo alla fig. 1, sono stati selezionati alcuni punti e rilevati i valori di campo magnetico massimi. I risultati delle misure sono riportati in tabella.

Ora	Punto	Abitazione	Filtro	Id. punto	B (μ T)
12:00	Cucina piano 1 di 1	Via Piave, 38	5 Hz – 32 kHz	5	0,224
			50 Hz		0,105
			5 Hz – 32 kHz	2	0,134
			50 Hz		0,097
			5 Hz – 32 kHz	3	0,129
			50 Hz		0,105
			5 Hz – 32 kHz	4	0,142
			50 Hz		0,105
			5 Hz – 32 kHz	1	0,230
			50 Hz		0,121

Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 12.00 del 03 Febbraio 2003 alle ore 10.40 del 10 Febbraio 2003, lo strumento è stato posizionato nella medesima camera delle misure. I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

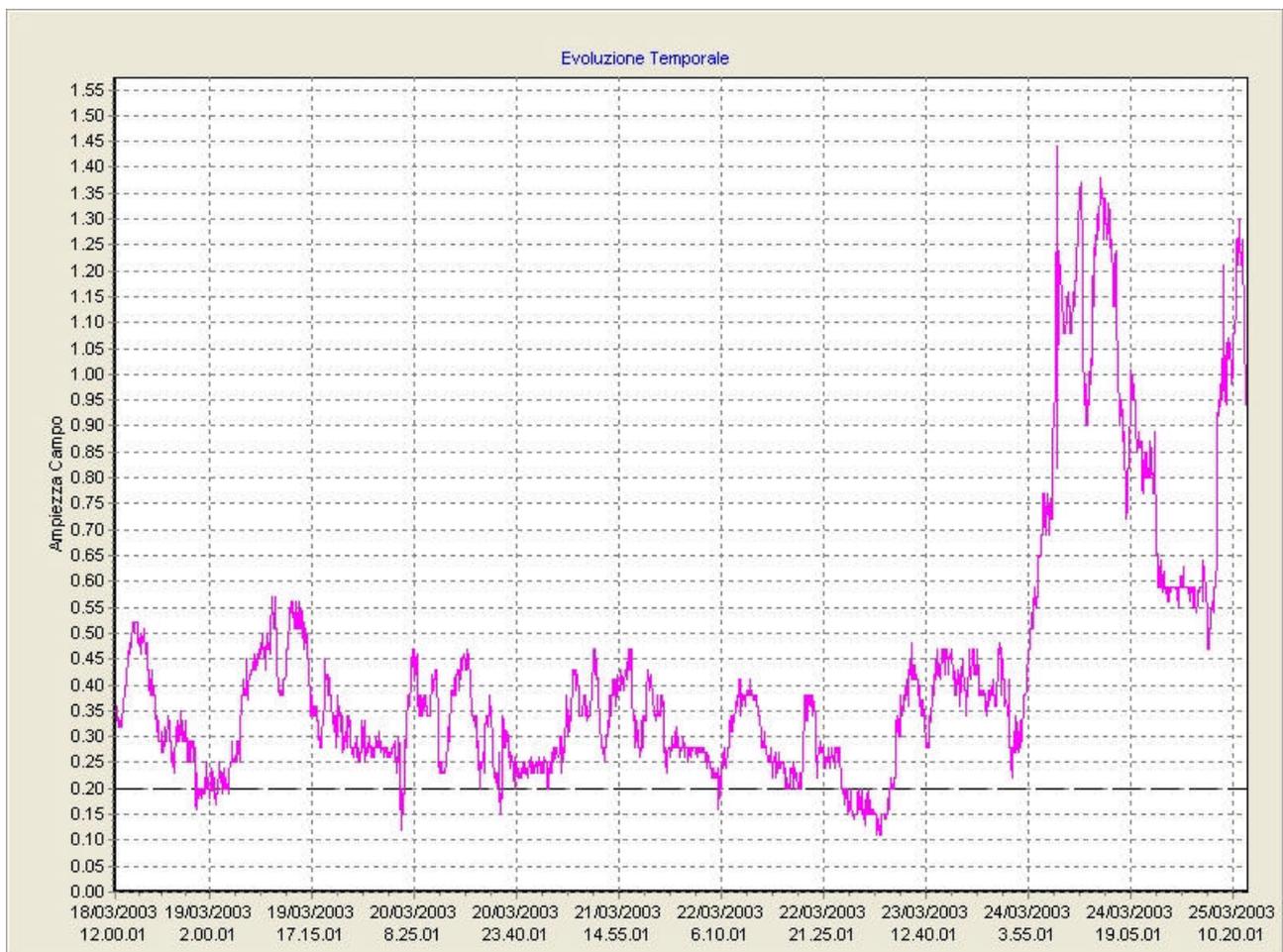
Campo magnetico (μ T)		
Medio = 0,06	Max = 0,24	Min = 0,03



Il secondo monitoraggio è stato eseguito dalle ore 12.00 del 18 Marzo 2003 alle ore 10.20 del 25 Marzo 2003 nella stanza adiacente alla precedente.

I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)
Medio = 0,43
Max = 1,44
Min = 0,11



3.5 via Fiume Albegna,18 (Punto 11)



Il monitoraggio è stato eseguito per il periodo dalle ore 15,00 del 15/07/2003 alle ore 15,00 del 22/07/03. Il misuratore in continuo è stato posizionato all'esterno dell'abitazione precisamente sulla terrazza del piano secondo (di due). I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)		
Medio = 1,29 μT	Max = 1,74 μT	Min = 0,55 μT

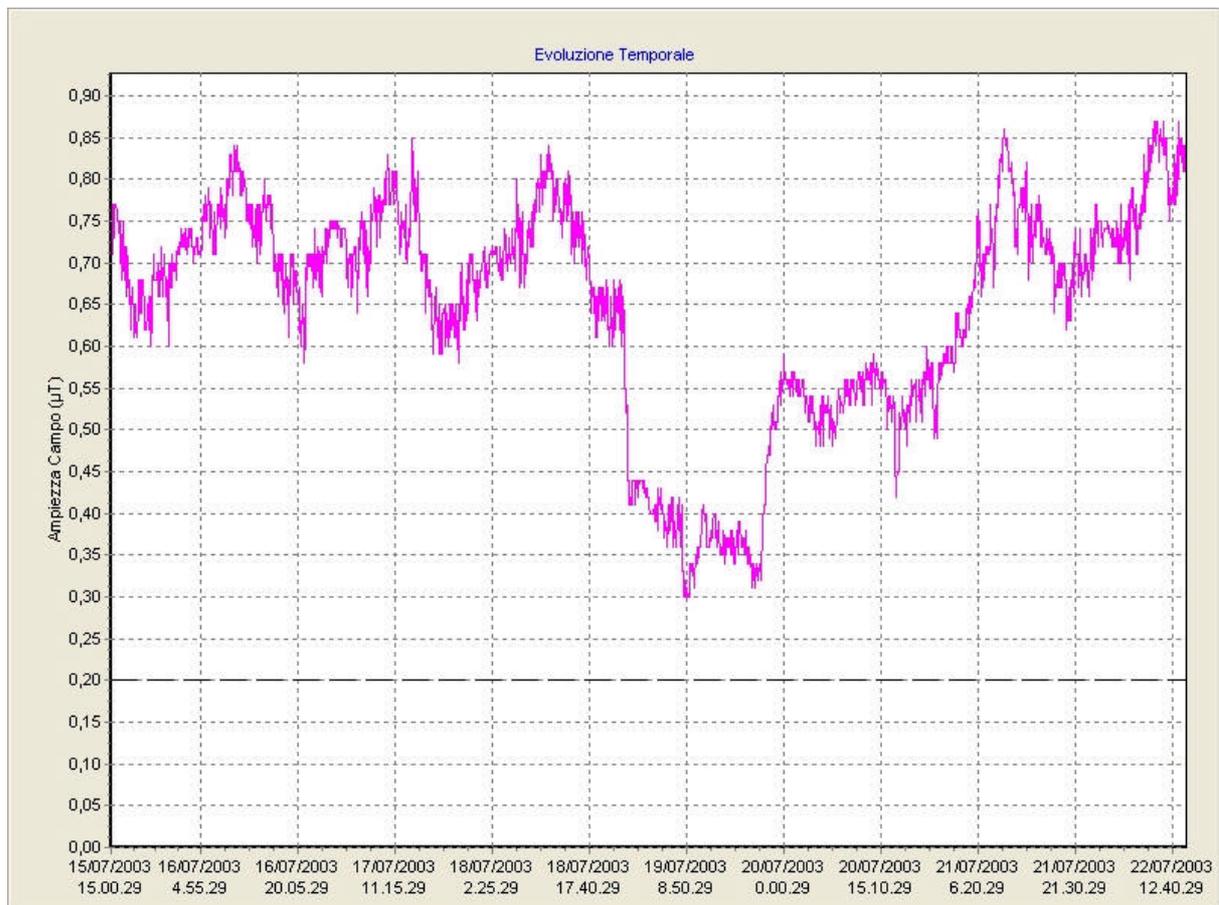


3.6 Via Fiume Albegna, 22 (Punto 12)

Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 15,00 del 15/07/2003 alle ore 15,00 del 22/07/03. Il misuratore è stato posizionato nel giardino dell'abitazione

I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)
Medio = 0,65 μT
Max = 0,87 μT
Min = 0,30 μT



3.7 Via Campagnola, 12 (Punto 13)



Il monitoraggio è stato effettuato dalle ore 15,00 del 15/07/2003 alle ore 15,00 del 22/07/03. Lo strumento è stato posizionato all'esterno dell'abitazione al di sotto del traliccio situato nel giardino. I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)		
Medio = 0,58 μT	Max = 0,75 μT	Min = 0,27 μT

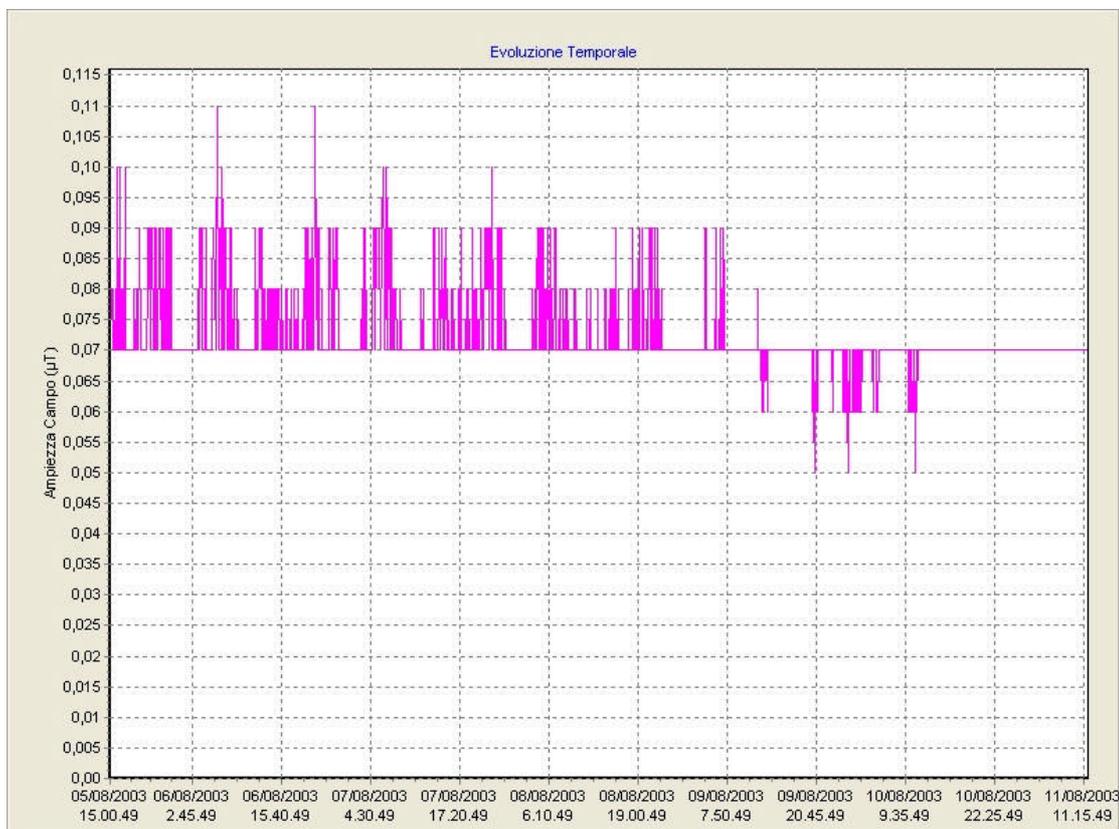


3.8 Via dei Preti, 7 (Punto 14)



Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 15,00 del 5/08/2003 alle ore 12,00 del 11/08/03. Lo strumento è stato posizionato all'esterno dell'abitazione e precisamente sulla terrazza del primo piano (di quattro) ad una distanza di 22 m circa dai tralicci e 38 m circa dalla cabina primaria. I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)		
Medio = 0,07 μT	Max = 0,11 μT	Min = 0,05 μT

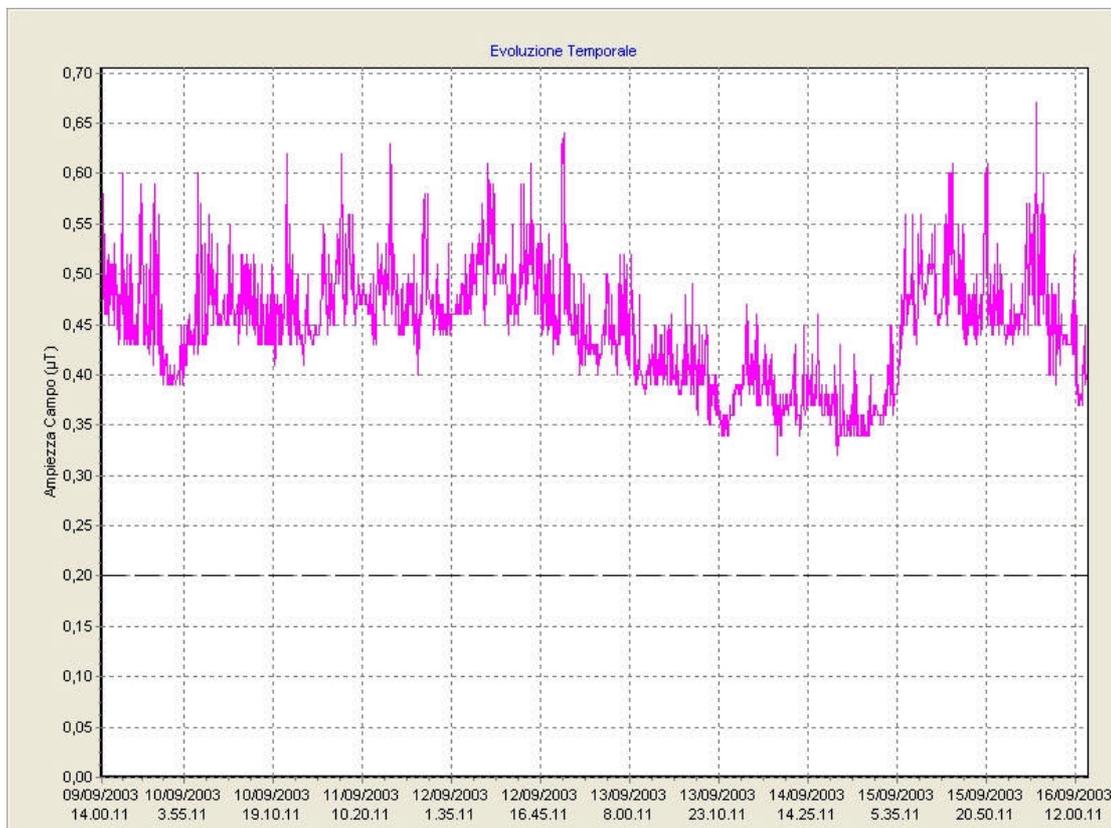


3.9 Via dei Preti, 7/A (Punto 15)



Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 14,00 del 09/09/2003 alle ore 14,15 del 16/09/03. Lo strumento è stato posizionato all'esterno dell'abitazione e precisamente nel terrazzo al piano due di due a circa 6 m dal traliccio e a circa 40 m dalla cabina primaria. I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)		
Medio = 0,45 μT	Max = 0,67 μT	Min = 0,32 μT



 Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
	RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

3.10 Dati Linea Aerea e Cabina Zona Via Piave – San Bartolomeo

Caratteristiche delle linee monitorate

Nome Elettrodotto	Tensione di esercizio kV	Corrente massima di esercizio A ^(*)	Tensione autorizzata kV
Foligno FS - Nocera Umbra	132	270	-
Foligno FS - Cappuccini	120	260	-
Cappuccini – Camerino	-	-	-
Cappuccini - Pietrafitta	120	300	150

(dati forniti da Terna Gruppo Enel)

(*) la corrente massima di esercizio non viene generalmente raggiunta come si può evidenziare dai dati di funzionamento nei vari periodi di sopralluogo.

Dati di funzionamento nei vari periodi di misura e monitoraggio

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 del 27/11/02 alle 24,00 del 04/12/02 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)	Media della Tensione (kV)
Nocera Umbra – Foligno F.S.	197	190	118,2
Cappuccini - Foligno F.S	204	198	-

(dati forniti dalla GRTN, alcuni dati del periodo mancano per problemi tecnici)

I valore di tensione della linea Cappuccini - Foligno F.S non sono stati forniti in quanto indisponibili per problemi tecnici.

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 del 17/01/03 alle 24,00 del 19/01/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)	Media della Tensione (kV)
Foligno FS - Nocera Umbra	139,95	133,00	119,27
Foligno FS - Cappuccini	150,28	139,50	121,84

(dati forniti dalla GRTN)

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 alle 24,00 del 17/01/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)	Media della Tensione (kV)
Foligno FS - Nocera Umbra	163,89	151,50	117,82
Foligno FS - Cappuccini	182,53	172,50	120,46



(dati forniti dalla GRTN)

I valore di tensione e corrente delle linee durante il sopralluogo del 17/01/03 sono stati:

Foligno FS - Nocera Umbra

Ora	kV	A
11.30	115	194
11.45	115	178
12.00	118	148
12.15	119	140
12.30	119	145
12.45	119	150

Foligno FS – Cappuccini

Ora	kV	A
11:30	117	218
11:45	118	222
12:00	119	176
12:15	121	161
12:30	121	163
12:45	122	169
13:00	122	180

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 del 27/01/03 alle 24,00 del 03/02/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)	Media della Tensione (kV)
Foligno FS - Nocera Umbra	127,80	134	117,49
Foligno FS - Cappuccini	141,57	146,00	119,60

(dati forniti dalla GRTN)

I valore di tensione e corrente delle linee durante il sopralluogo del 03/02/03 sono stati:

Foligno FS - Nocera Umbra

Ora	kV	A
10.45	113	170
11.00	113	161
11.15	113	141
11.30	113	139
11.45	114	131
12.00	116	100
12.15	116	92
12.30	117	86

Foligno FS - Cappuccini

Ora	kV	A
10.45	115	197
11.00	116	201
11.15	116	167
11.30	116	170
11.45	116	167
12.00	117	132
12.15	118	116
12.30	119	115

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 del 03/02/03 alle 24,00 del 10/02/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)	Media della Tensione (kV)
Foligno FS- Nocera Umbra	84,91	80,00	116,51
Foligno FS- Cappuccini	97,46	82,00	118,39

(dati forniti dalla GRTN)

 Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
	RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 alle 24,00 del 03/02/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)	Media della Tensione (kV)
Foligno FS- Nocera Umbra	99,37	88,00	116,12
Foligno FS- Cappuccini	109,07	107,00	118,00

(dati forniti dalla GRTN)

Il valore di tensione e corrente delle linee durante il sopralluogo del 03/02/03 sono stati:

Foligno FS- Nocera Umbra

Ora	kV	A
11.00	113	161
11.15	113	141
11.30	113	139
11.45	114	131
12.00	116	100
12.15	116	92
12.30	117	86
12.45	118	89

Foligno FS- Cappuccini

Ora	kV	A
11.00	116	201
11.15	116	167
11.30	116	170
11.45	116	167
12.00	117	132
12.15	118	116
12.30	119	115
12.45	119	110

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 del 15/07/03 alle 24,00 del 22/07/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della tensione (kV)	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)
Cappuccini - Pietrafitta	120	111	108
Foligno FS - Nocera Umbra	113	263	282
Foligno FS - Cappuccini	120	280	280

(dati forniti dalla GRTN)

Le linee aeree e la cabina di trasformazione della zona di Via dei Preti, sono della Rete Ferroviaria Italiana (RFI) che, ad oggi, non ha dato disponibilità dei dati di funzionamento orario delle linee. Le informazioni fornite da RFI con nota prot 297 del 16/01/04 sono relative alla sola corrente massima compresa tra 220 A e 395 A, per una tensione di 132 kV. Durante il periodo di monitoraggio non sono stati segnalati dal gestore malfunzionamenti o funzionamenti anomali.

 Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
	RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

4 Zona San Bartolomeo

Le misure di campo magnetico sono state effettuate all'interno di edifici adibiti ad abitazione nella zona di San Bartolomeo. Gli edifici sono stati selezionati in base alla distanza dalle linee e dalle cabine ed in base alla disponibilità dei residenti, in modo tale da essere rappresentative degli altri edifici adiacenti. La zona è interessata dal passaggio di linee gestite da GRTN gruppo ENEL e dalla Rete Ferroviaria Italiana (RFI), oltre alla linee aeree alcune abitazioni sono adiacenti alla cabina di trasformazione della RFI. Le informazioni fornite dai gestori sono riportate al paragrafo 4.5. La determinazione della minima distanza tra il cavo più prossimo e il tetto degli edifici presi in esame non è stata sempre effettuata.

4.1 Via San Bartolomeo, 6 (Punto 16)

Le misure sono state eseguite in data 18/03/2003. Dopo aver preso visione del sito è stata individuata l'area all'interno dell'abitazione in oggetto maggiormente esposta; in tale area, in accordo alla fig. 1, sono stati selezionati alcuni punti e rilevati i valori di campo magnetico massimo.

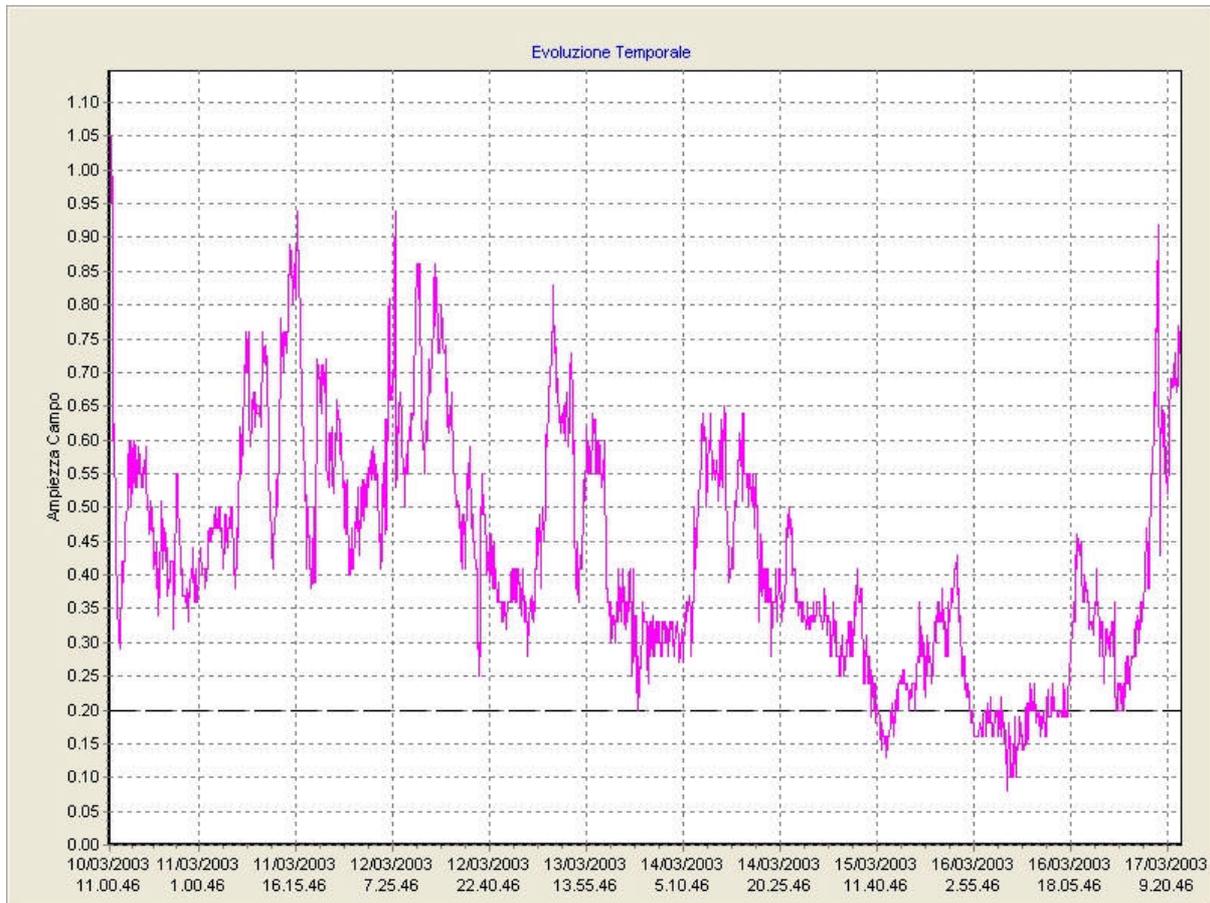
I risultati delle misure sono riportati in tabella.

Ora	Punto	Distanza dal piano di calpestio (m)	Abitazione	Filtro	Id. punto	B (μ T)
11:00	Camera da letto piano 1 di 1	circa 3	Via San Bartolomeo n. 6	5 Hz – 32 kHz	1	0,60
				50 Hz		0,06
				5 Hz – 32 kHz	2	0,73
				50 Hz		0,68
				5 Hz – 32 kHz	3	0,58
				50 Hz		0,48
				5 Hz – 32 kHz	4	0,62
				50 Hz		0,56
				5 Hz – 32 kHz	5	0,61
				50 Hz		0,55

Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 11.00 del 10 Marzo 2003 alle ore 9.20 del 17 Marzo 2003 posizionando il misuratore nella stessa stanza in cui sono state eseguite le misure con strumentazione non in continuo.

I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μ T)		
Medio = 0,43	Max = 1,05	Min = 0,08

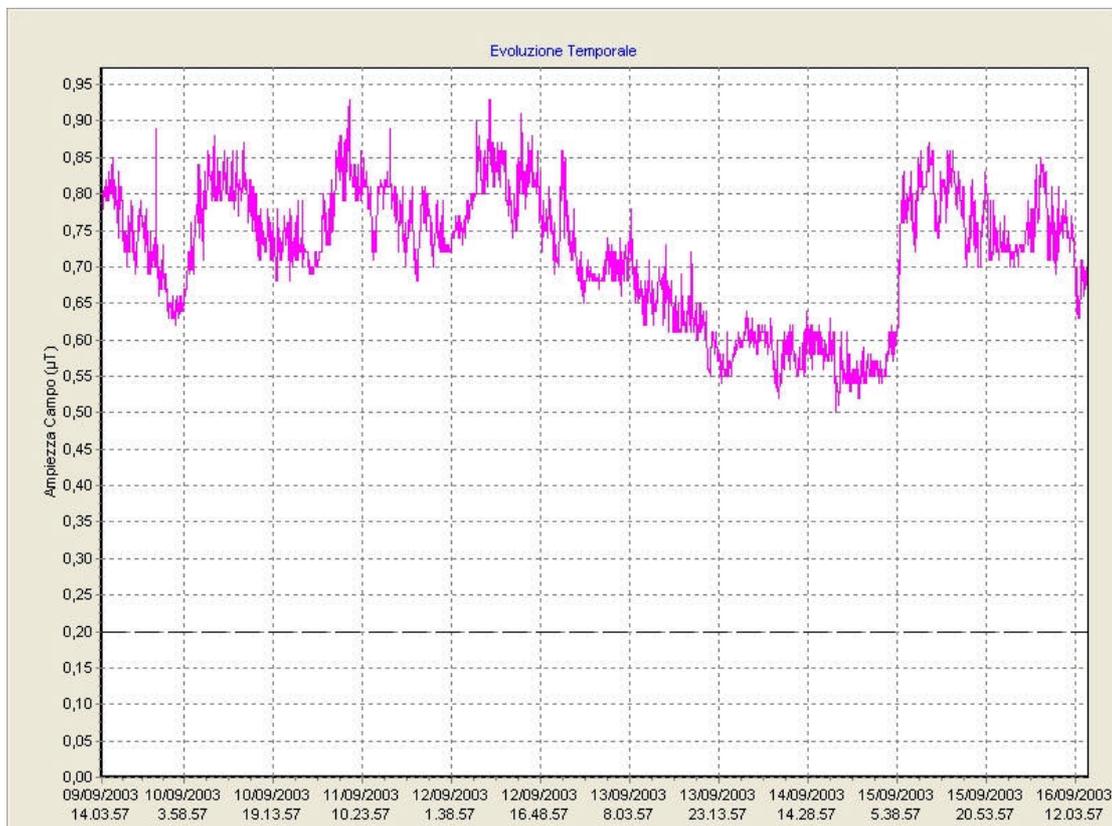


4.2 Via Sassovivo, 22 (Punto 17)



Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 15,00 del 09/09/2003 alle ore 15,00 del 16/09/03. Lo strumento è stato posizionato all'esterno e precisamente nel giardino davanti l'ingresso dell'abitazione al di sotto del traliccio ad una distanza di 15 m circa dai tralicci. I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)		
Medio = 0,72 μT	Max = 0,9 μT	Min = 0,5 μT



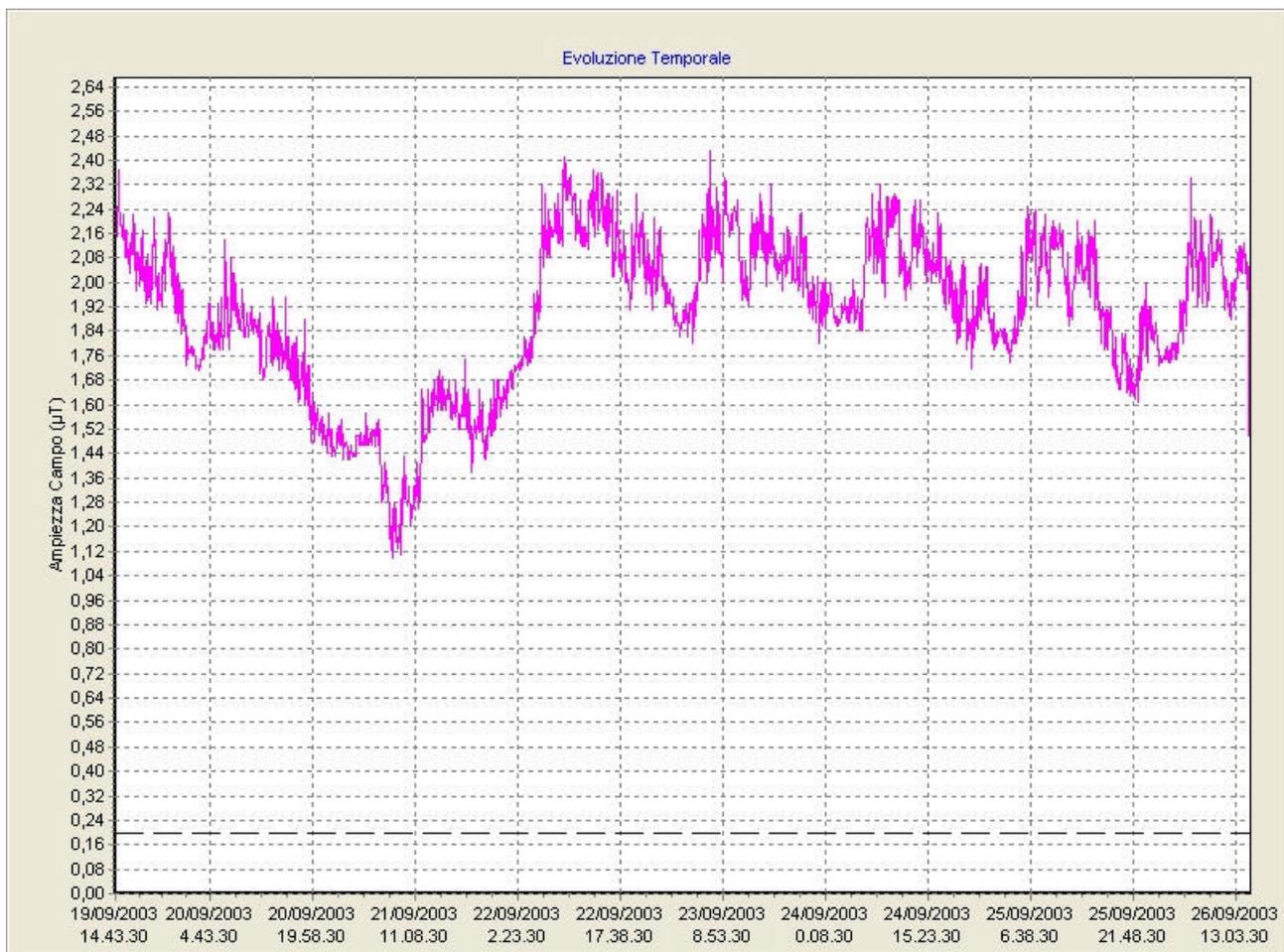
4.3 Via Sassovivo, 23 (Punto 18)

Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 14,40 del 19/09/2003 alle ore 15,20 del 26/09/03.

Lo strumento è stato posizionato all'esterno dell'abitazione nel giardino in prossimità dei giochi dei bambini al di sotto dei cavi AT.

I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)
Medio = 1,90 μT
Max = 2,43 μT
Min= 0,03μT

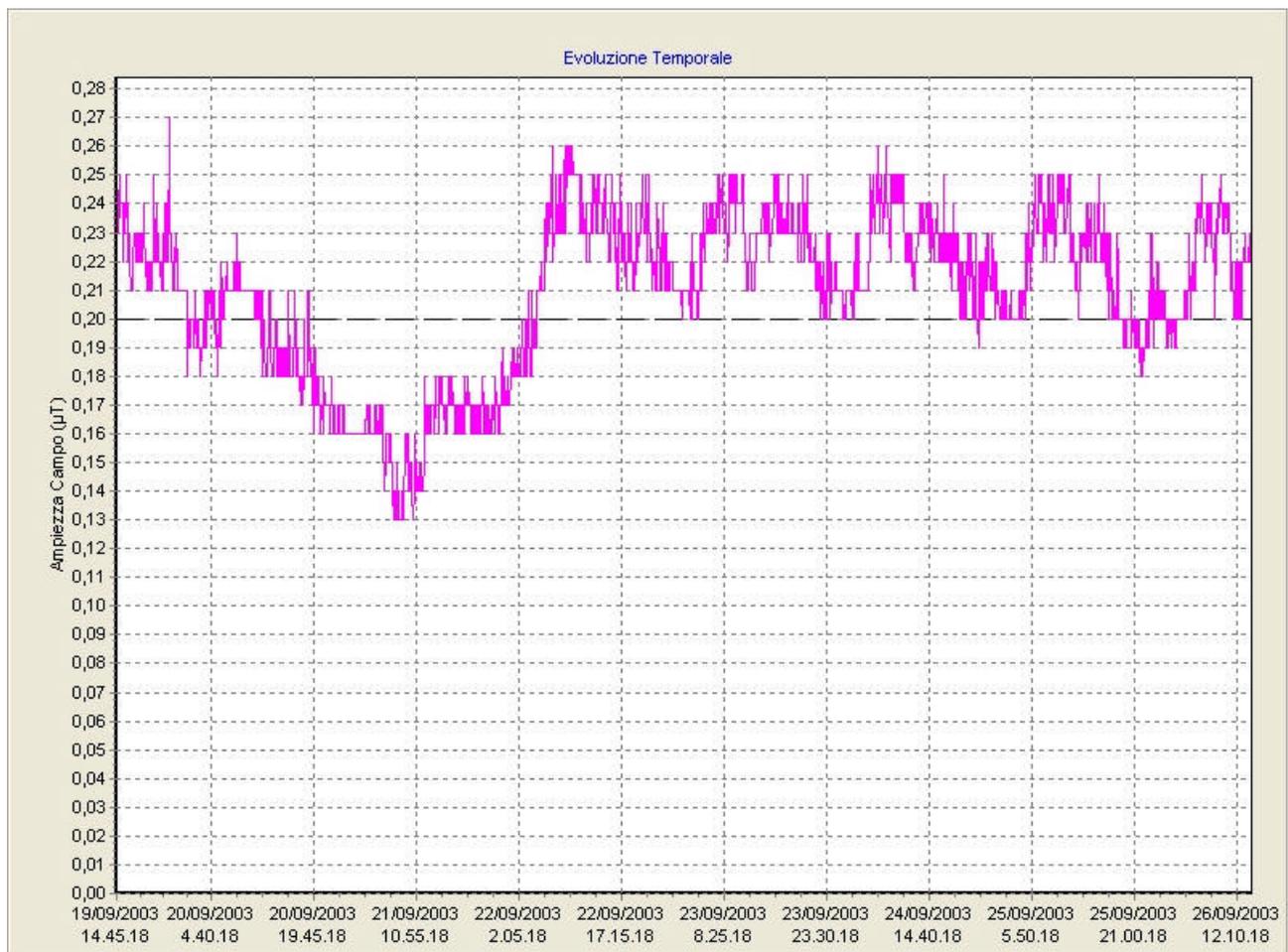


4.4 Via Sassovivo, 25 (Punto 19)

Il monitoraggio è stato effettuato dalle ore 15, 45 del 19/09/2003 alle ore 14,30 del 26/09/03.
Lo strumento è stato posizionato all'esterno dell'abitazione nel terrazzo dell'appartamento al secondo piano di due lateralmente ai cavi AT

I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)
Medio = 0,21 μT
Max = 0,27 μT
Min= 0,13 μT



 Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
	RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

4.5 Dati Linea Aerea Zona San Bartolomeo

Caratteristiche delle linee monitorate

Nome Elettrodotto	Tensione di esercizio kV	Corrente massima di esercizio A ^(*)	Tensione autorizzata kV
Cappuccini – Camerino	132	-	-

Dati di funzionamento nei vari periodi di misura e monitoraggio

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 del 09/03/03 alle 24,00 del 25/03/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)	Media della Tensione (kV)
Cappuccini – Camerino	82	72	120,6

(dati forniti dalla GRTN)

I valore di tensione e corrente delle linee durante il sopralluogo del 18/03/03 sono stati:

Cappuccini – Camerino

ORA	kV	A
10:30	117,5	101
10:45	117,3	103
11:00	117,1	102
11:15	117,3	86
11:30	116,9	104
11:45	117,1	103
12:00	118,9	96
12:15	120,6	79
12:30	121,1	74
12:45	121,3	74
13:00	122,1	81

Le linee aeree della zona di Via Sassovivo sono gestite dalla Rete Ferroviaria Italiana (RFI) che, ad oggi, non ha dato disponibilità dei dati di funzionamento orario delle linee. Le informazioni fornite da RFI con nota prot 297 del 16/01/04 sono relative alla sola corrente massima compresa tra 220 A e 395 A, per una tensione di 132 kV. Durante il periodo di monitoraggio non sono stati segnalati dal gestore malfunzionamenti o funzionamenti anomali.

5. Zona Sportella Marini

Le misure di campo magnetico sono state effettuate all'interno di alcuni edifici adibiti ad abitazione nella Zona di Sportella Marini. Le abitazioni controllate sono rappresentative del gruppo di abitazioni adiacenti. I dati delle linee sono riportati al paragrafo 5.3.

La determinazione della minima distanza tra il cavo più prossimo e il tetto degli edifici presi in esame non è stata sempre effettuata.

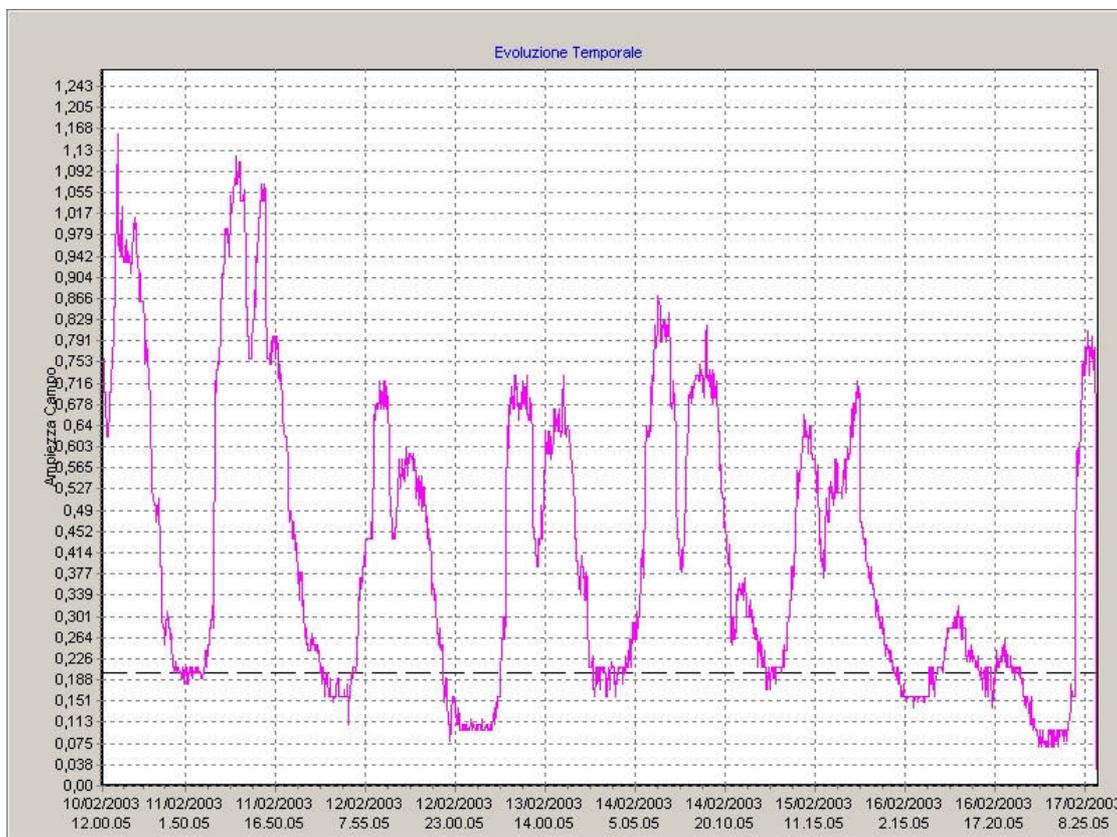
5.1 Via Sicilia, 31 (Punto 20)

Le misure di campo magnetico sono state effettuate all'interno di edificio adibito ad abitazione e precisamente nella soffitta (soffitta condominio di piani 3). Il misuratore in continuo è stato posizionato all'interno della soffitta ovvero la stanza più prossima alla linea.

Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 15,00 del 10 Febbraio 2003 alle ore 10,40 del 17 Febbraio 2003

I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)		
Medio = 0,42	Min = 0,03	Max = 1,16



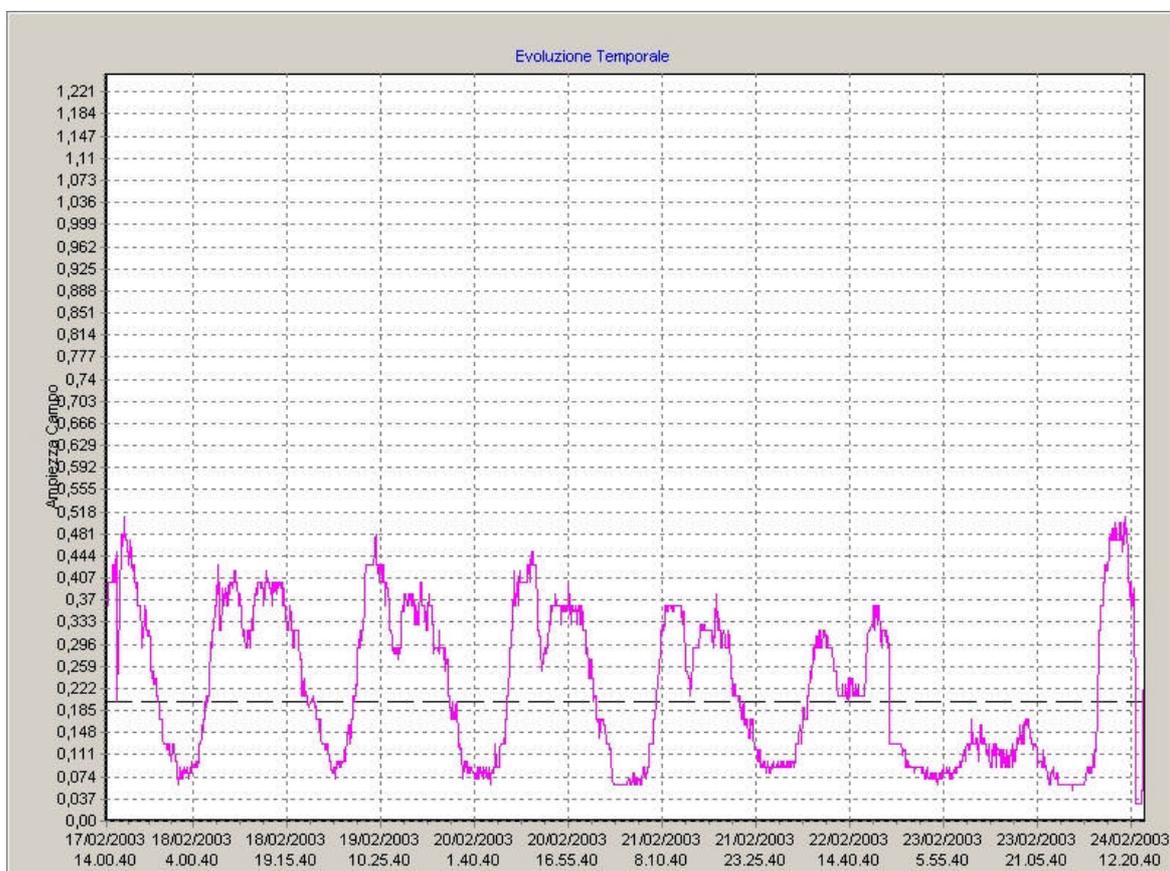
5.2 Via Sicilia, 29 (Punto 21)



Le misure di campo magnetico sono state effettuate all'interno di edificio adibito ad abitazione (condominio piano 5 di 5). Il misuratore in continuo è stato posizionato all'interno dell'edificio nella stanza più prossima alla linea sopra un mobile (di circa 180 cm di altezza) in legno.

Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 14.00 del 17 Febbraio 2003 alle ore 13.00 del 24 Febbraio 2003. I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)		
Medio = 0,23	Max = 0,50	Min = 0,08



 Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
	RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

5.3 Dati linee elettriche Zona Sportella Marini

Caratteristiche delle linee monitorate

Nome Elettrodotto	Tensione di esercizio kV	Corrente massima di esercizio A ^(*)	Tensione autorizzata kV
Foligno- Fiamenga Nuova	120	600	150
Cappuccini - Pietrafitta	120	300	150

(dati forniti da Terna Gruppo Enel)

(*) la corrente massima di esercizio non viene generalmente raggiunta come si può evidenziare dai dati di funzionamento nei vari periodi di sopralluogo.

Dati di funzionamento nei vari periodi di misura e monitoraggio

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 12.00 del 10/02/03 alle 08.25 del 17/02/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della tensione (kV)	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)
Foligno- Fiamenga Nuova	-	84,04	84
Cappuccini - Pietrafitta	-	179,44	142,5

(dati forniti dalla GRTN)

I valori di tensione nel periodo di monitoraggio non sono stati forniti.

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 del 17/02/03 alle 24,00 del 24/02/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della tensione (kV)	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)
Foligno- Fiamenga Nuova	-	65,59	68
Cappuccini - Pietrafitta	-	217,88	206

(dati forniti dalla GRTN)

I dati della tensione nel periodo di monitoraggio non sono stati forniti.

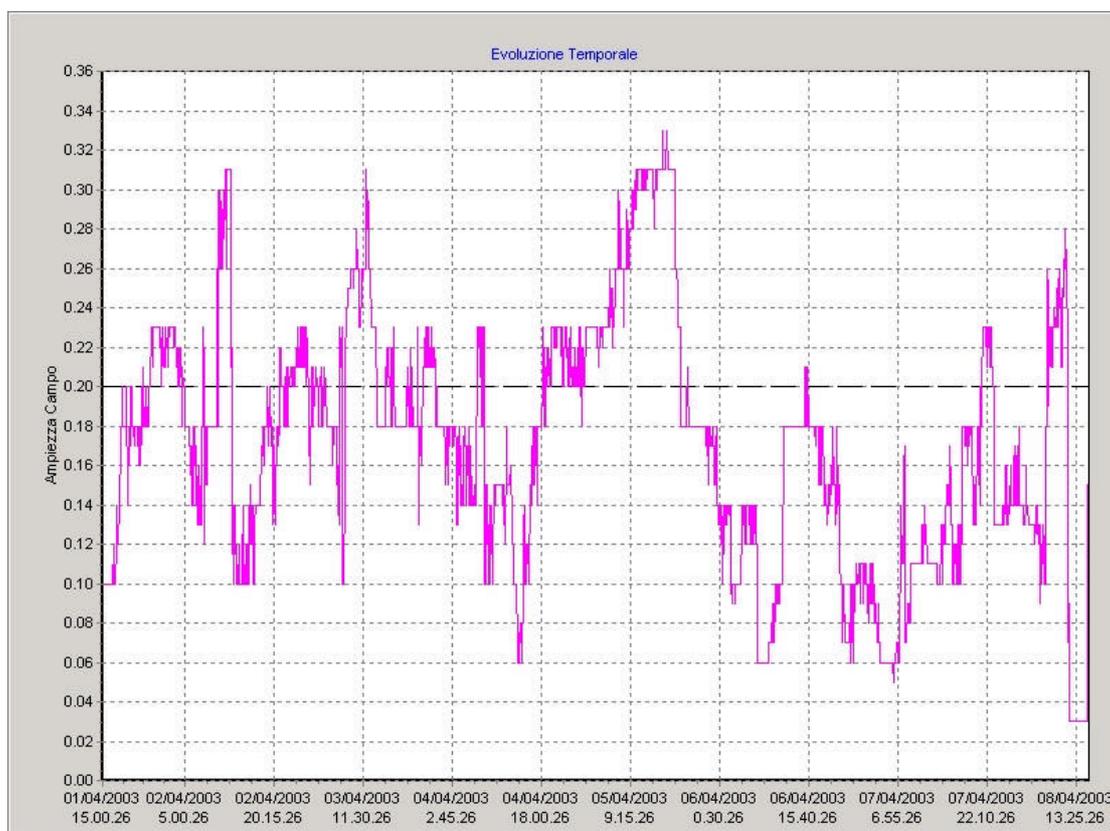
6 San Giovanni Profiamma

Le misure di campo magnetico sono state effettuate all'interno di alcuni edifici adibiti ad abitazione in Loc. San Giovanni Profiamma. Le abitazioni controllate sono rappresentative del gruppo di abitazioni adiacenti. I dati delle linee sono riportati al paragrafo 6.3. La determinazione della minima distanza tra il cavo più prossimo e il tetto degli edifici presi in esame non è stata effettuata.

6.1 Via Canova, 27 (Punto 22)

Le misure di campo magnetico sono state effettuate all'interno di edificio adibito ad abitazione (abitazione privata piano 2 di 2), il misuratore in continuo è stato posizionato, secondo quanto dichiarato dagli inquilini, all'interno dell'edificio nella stanza più prossima alla linea sopra un mobile in legno. Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 15.00 del 01 Aprile 2003 alle ore 13.25 del 08 Aprile 2003. I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)		
Medio = 0,17	Max = 0,33	Min = 0,03

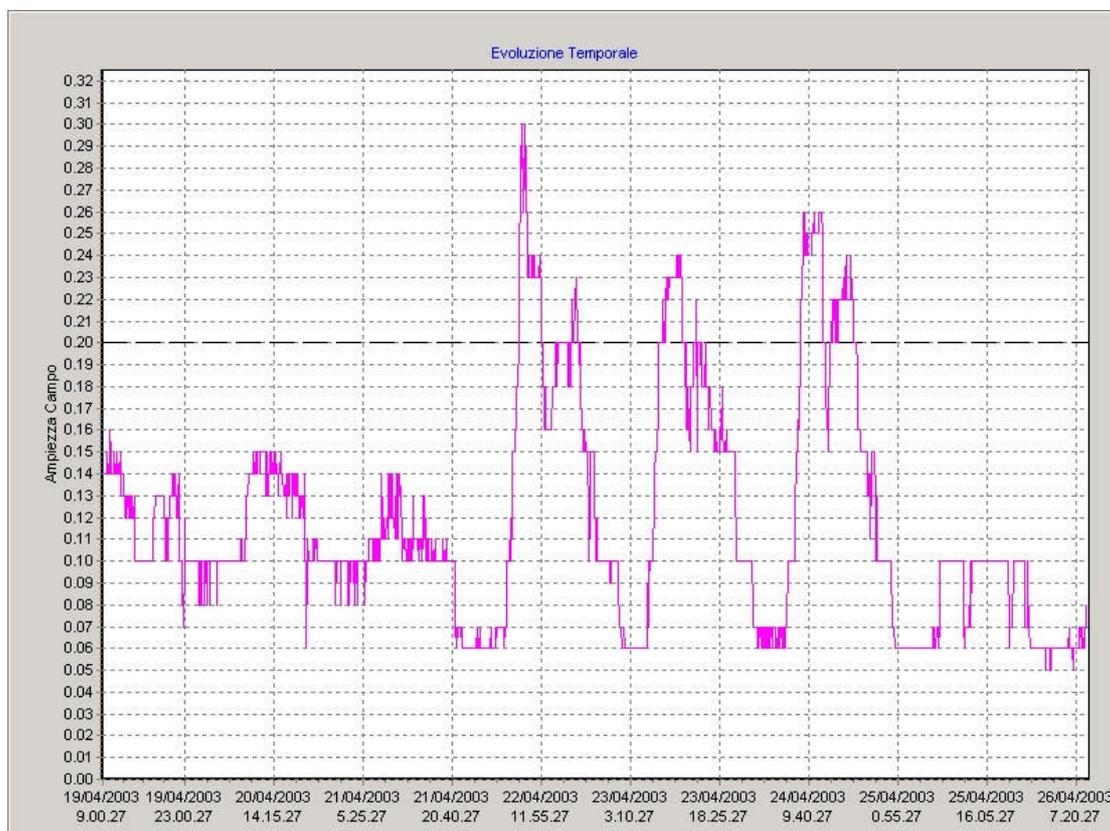


6.2 Via Canova, 25 (Punto 23)



Le misure di campo magnetico sono state effettuate all'interno di edificio adibito ad abitazione (abitazione privata piano 2 di 2), il misuratore in continuo è stato posizionato, secondo quanto dichiarato dagli inquilini, all'interno dell'edificio nella stanza più prossima alla linea sopra un mobile in legno. Il monitoraggio è stato eseguito dalle ore 09.00 del 19 Aprile 2003 alle ore 09.40 del 26 Aprile 2003. I risultati del monitoraggio sono riportati nella tabella e nel grafico seguenti:

Campo magnetico (μT)		
Medio = 0,12	Min = 0,05	Max = 0,30



 Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
	RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

6.3 Dati linee elettriche Loc. San Giovanni Profiamma

Caratteristiche delle linee monitorate

Nome Elettrodotto	Tensione di esercizio kV	Corrente massima di esercizio A (*)	Tensione autorizzata kV
Foligno- Fiamenga Nuova	120	600	150
Foligno FS - Nocera Umbra	132	270	-
Foligno FS - Fossato di Vico	-	-	-

(dati forniti da Terna Gruppo Enel)

(*) la corrente massima di esercizio non viene generalmente raggiunta come si può evidenziare dai dati di funzionamento nei vari periodi di sopralluogo.

Dati di funzionamento nei vari periodi di misura e monitoraggio

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 del 01/04/03 alle 24,00 del 08/04/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della tensione (kV)	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)
Foligno- Fiamenga Nuova	122	123	124
Foligno FS - Nocera Umbra	-	275	268
Foligno FS - Fossato di Vico	-	-	-

(dati forniti dalla GRTN)

Il valore della corrente delle linee nel periodo dalle 00,00 del 19/04/03 alle 24,00 del 26/04/03 sono stati:

Nome Elettrodotto	Media della tensione (kV)	Media della corrente (A)	Mediana della corrente (A)
Foligno- Fiamenga Nuova	168	123	151
Foligno FS - Nocera Umbra	-	275	268
Foligno FS - Fossato di Vico	-	-	-

(dati forniti dalla GRTN)

Si precisa che i dati relativi alla linea AT Foligno FS - Nocera Umbra sono pervenuti in formato tale da consentire solo una trattazione parziale; in particolare la media e la mediana della corrente sono state calcolate in riferimento soltanto al giorno in cui si è ritenuto che il flusso di corrente attraverso i cavi fosse maggiore. I dati relativi alla Foligno FS - Fossato di Vico non sono pervenuti.

	Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
		RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

7 Strumentazione utilizzata

7.1 Strumento isotropico per misure di campo elettrico e magnetico

Costruttore	Wandel & Goltermann
Modello misuratore	EFA - 300
Modello sonda per campo elettrico	EFA - 300
Modello sonda per campo magnetico esterna	100 cm ²
Principali caratteristiche misuratore:	
intervallo di frequenza di misura	5 Hz ÷ 32 kHz
range di misura di campo elettrico	1 V/m ÷ 316 kV/m
range di misura di campo magnetico sonda esterna	8 nT ÷ 31.6 mT (broadband)
Lo strumento possiede una sonda interna al misuratore con le seguenti caratteristiche	
range di misura di campo magnetico	50 nT ÷ 10 mT (a 50 / 60 Hz)

7.2 Strumento isotropico per misure di campo magnetico in continuo

Costruttore	Microrad
Modello misuratore	HT 300
Principali caratteristiche misuratore:	
Banda passante	40 Hz ÷ 1 kHz
Portante	da 0,1 µT a 2 µT da 2 µT a 200 µT
Risoluzione	0,01 µT (portata fino a 2 µT) 0,8 µT (portata fino a 200 µT)
Precisione (da costruttore)	± (1 ÷ 3) %

	Agenzia regionale per la protezione ambientale umbria	Tipo di documento	Sigla di identificazione
		RELAZIONE FINALE	Progetto ELF

7.3 Incertezza sulle misure di campo elettrico e magnetico

L'incertezza può essere schematizzata come di seguito.

W&G MOD. EFA – 300 CON SONDA DI CAMPO MAGNETICO ESTERNA DA 100 cm ² Calcolo delle incertezze in base alle specifiche del costruttore	
Sonda di campo elettrico	$\sigma_{ce}^{(*)} < 5\% \pm 1 \text{ V/m}$
Sonda di campo magnetico esterna	$\sigma_{cmest}^{(*)} < 3\% \pm 1 \text{ nT}$
Sonda di campo magnetico interna	$\sigma_{cmin t}^{(*)} < 8\% \pm 1 \text{ nT}$
Incertezza di calibrazione (estratte dal certificato di calibrazione)	
Sonda di campo elettrico	$\sigma_{cal/ce} \text{ 0.7 \% a 133 Hz}$
Sonda di campo magnetico esterna	$\sigma_{cal/cmest} \text{ 0.3 \% a 400 Hz}$
Sonda di campo magnetico interna	$\sigma_{cal/cmin t} \text{ 1.7 \% a 60 Hz e 400 Hz}$

(*) La deviazione include tutte le deviazioni parziali (assoluta, linearità risposta in frequenza, deviazione della isotropia e della temperatura)

Ipotizzando che le componenti suddette siano statisticamente indipendenti e abbiano distribuzione rettangolare, l'incertezza estesa (complessiva di tutti i contributi e con un livello di confidenza del 95%) per le misure in banda larga risulta pari a:

$$\text{Campo elettrico} \quad U_{totE} (\%) = \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{ce}^2 + \sigma_{cal/ce}^2}{3}} \text{ non inferiore a } \pm 6 \%$$

$$\text{Campo magnetico sonda esterna} \quad U_{totB} (\%) = \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{cmest}^2 + \sigma_{cal/cmest}^2}{3}} \text{ non inferiore a } \pm 4 \%$$

$$\text{Campo magnetico sonda interna} \quad U_{totB} (\%) = \pm 2 \cdot \sqrt{\frac{\sigma_{cmin t}^2 + \sigma_{cal/cmin t}^2}{3}} \text{ non inferiore a } \pm 9 \%$$

7.4 Strumentazione di GPS

La georeferenziazione è stata eseguita con strumentazione GPS Garmin GPS 48 Personal NavigatorTM, il sistema di coordinate utilizzate è Gauss - Boaga (Datum Roma 40 fuso est)

7.5 Normativa di riferimento

La normativa a cui si è fatto riferimento per i sopralluoghi e le valutazioni è la seguente:

- Legge n 36/01
- DM 16 gennaio 1991
- DPCM del 8 luglio 2003
- CEI 211-6