




A.12 RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Cliente/Customer <u>MILONIA S.R.L.</u>			Commessa/Job 98102		Emesso da  SINTECNICA INGEGNERIA CIVILE E INDUSTRIALE	
02	10/01/2014	REVISIONE	Ing. D. Montemaggi	Ing. L. Menini	Ing. A. Sammartano	
01	30/11/2012	REVISIONE	Ing. S. Casareale	Ing. S. Casareale	Ing. A. Sammartano	
00	07/01/2010	EMISSIONE	Ing. V. Mastrangelo	Ing. V. Mastrangelo	Ing. V. Mastrangelo	
Rev	Data	Descrizione	Preparato	Verificato	Approvato	
			Autorizzazione Emissione			

R.IN. 087.TMC.13.01 rev.0

gennaio 2014

STUDIO ELETTROMAGNETICO CAVIDOTTI MT 30 kV

Client:
Termomeccanica

Plant: Montemilone

Job n°: 087.TMC.13

REV:	0
DATE:	10/01/2014
DESCRIPTION:	Emissione
PREP:	FN
VER:	DM
APPR:	LM

Dot. Ing. Luca MENINI
ORDINE INGEGNERI PROV. LIVORNO
SEZ. A Ing. Civile - Ambientale
N. 1597 Ing. Industriale
Ing. dell' Informazione

a
multidisciplinary
engineering
company



Sommario

1. GENERALITA'	3
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
2.1 NORMATIVA EUROPEA	4
2.2 NORMATIVA NAZIONALE	4
3. ANALISI QUANTITATIVA	6
3.1 CLUSTER A	8
3.2 CLUSTER B	13
3.3 CLUSTER C	18

1. GENERALITA'

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza.

I campi elettrici e quelli magnetici sono grandezze fisiche differenti, che però interagiscono tra loro e dipendono l'uno dall'altro al punto di essere considerati manifestazioni duali di un unico fenomeno fisico: il campo elettromagnetico.

Il campo elettrico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica, la cui unità di misura è il Volt [V/m].

Il campo magnetico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di corrente elettrica o di massa magnetica, la cui unità di misura è l'Ampère [A/m].

I parametri che maggiormente influenzano il campo elettrico al suolo sono l'altezza o la profondità della linea, la distanza tra le fasi e la loro disposizione.

Tuttavia nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

Il campo magnetico è funzione del valore della corrente transitante in linea, della distanza del punto dalla linea e dalla configurazione della linea stessa. Tale campo magnetico cresce all'aumentare della corrente e diminuisce all'aumentare della distanza.

Questi campi si concatenano tra loro per determinare nello spazio la propagazione di un campo chiamato elettromagnetico (CEM).

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1 *NORMATIVA EUROPEA*

• Raccomandazione n. 99/519/CE del 12 Luglio 1999: "Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz". Tramite questa raccomandazione gli stati membri sono stati invitati ad adottare le misure necessarie ad assicurare un elevato livello di protezione della salute della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici.

2.2 *NORMATIVA NAZIONALE*

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

- Il DPCM 8 Luglio 2003 "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", fissa i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

"Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];

"A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio." [art. 3, comma 2];

"Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4]

Normativa	Limiti previsti	Campo B (μT)	Campo E (kV/m)
DPCM 08/07/2003	Limite di esposizione	100	5
	Valore di attenzione (24 ore di esposizione)	10	-
	Obiettivo di qualità (progettazione nuovi elettrodotti)	3	-

Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità fissati dal DPCM 8/07/2003 (G. U. Serie Generale n.199 del 28/8/03)

- DPCM del 23 aprile 1992: "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". Abrogato nell'art. 8 del DPCM 8/07/2003 relativo agli elettrodotti.
- DPCM 28 settembre 1995: "Norme tecniche procedurali di attuazione del DPCM 23 Aprile 1992 relativamente agli elettrodotti".
- DM 10 settembre 1998, n. 381: "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana".

3. ANALISI QUANTITATIVA

Il presente report riguarda l'analisi dei campi elettrico ed elettromagnetico di un elettrodotto interrato in media tensione a 30 kV per il vettoriamento dell'energia prodotta della centrale eolica da 60MWe, di proprietà della Società "Milonia S.r.l."

Il parco eolico risulta suddiviso in n° 3 cluster di generazione, ad ogni cluster è assegnata una linea MT di vettoriamento dell'energia prodotta.

L'analisi è stata effettuata considerando per ogni cluster la condizione più sfavorevole (sezione di cavo maggiore) calcolando il campo elettromagnetico, come previsto da normativa, in riferimento alla portata massima che può portare il cavo.

Le linee in cavo utilizzato sono del tipo ARE4H5EX per ognuno dei cluster sotto riportati:

- Cluster A

TRATTA	LUNGHEZZA TRATTA (m)	FORMAZIONE	SEZIONE (mmq)	POTENZA TRASMESSA (MW)
1→2	487	1X3X	70	3
2→3	768	1X3X	150	6
3→5	645	1X3X	185	9
4→5	940	1X3X	70	3
5→STAZIONE TRASFORMAZIONE	9100	4X3X	240	15

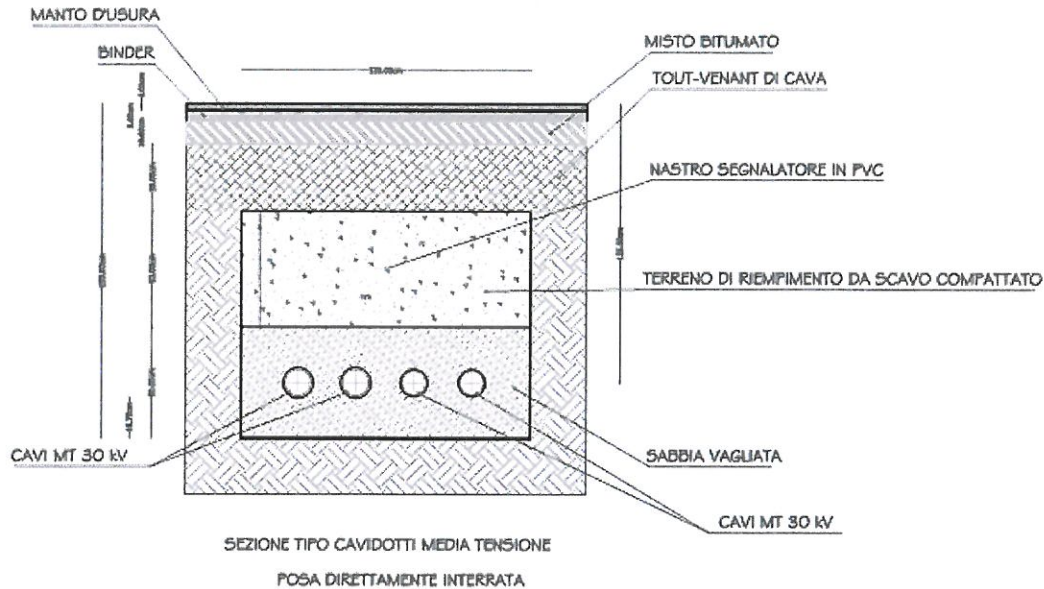
- Cluster B

12→13	2806	1X3X	240	3
13→14	3566	1X3X	300	6
15→14	622	1X3X	70	3
14→16	3290	2X3X	300	12
16→20	2165	4X3X	240	15
19→18	500	1X3X	70	3
18→20	650	1X3X	150	6
20→STAZIONE TRASFORMAZIONE	4170	3X3X	300	24

- Cluster C

26→17	545	1X3X	70	3
22→23	400	1X3X	70	3
23→24	450	1X3X	150	6
24→25	450	1X3X	185	9
25→21	3150	6X3X	240	12
21→17	1203	2X3X	300	15
17→STAZIONE TRASFORMAZIONE	793	2X3X	240	21

Di seguito viene riportata la sezione "tipo" di posa del cavidotto in esame:



Di seguito si riportano i dati tecnici per il cavo in esame:

Constructional data			18/30 (36)	18/30 (36)	18/30 (36)	18/30 (36)	18/30 (36)	18/30 (36)	18/30 (36)
Rated voltage		kV	18/30 (36)	18/30 (36)	18/30 (36)	18/30 (36)	18/30 (36)	18/30 (36)	18/30 (36)
Cross-sectional area of conductor	nominal	mm ²	3x1x50	3x1x70	3x1x95	3x1x120	3x1x150	3x1x185	3x1x240
Type of conductor			compact strand	compact strand	compact strand	compact strand	compact strand	compact strand	compact strand
Number of wires in the conductor	minimum		6	12	15	15	15	30	30
Insulation thickness	nominal	mm	7,8	7,1	6,7	6,4	6,2	6,0	5,8
Thickness of metallic screen tape	nominal	mm	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Cross-sectional area of each metallic screen	nominal	mm ²	20	20	21	21	22	22	24
Oversheath thickness	nominal	mm	2,0	2,0	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2
External diameter of the cable	approx.	mm	32	32	33	34	35	36	39
External diameter on the laid-up	approx.	mm	69	69	71	73	75	78	83
Mass of the cable	approx.	kg/km	2480	2600	2860	3120	3390	3790	4440
Shipping length	nominal	m	500	500	500	500	500	500	250
Electrical and informative data									
D.C. resistance of conductor at 20 °C	maximum	ohm/km	0,641	0,443	0,320	0,253	0,206	0,164	0,125
D.C. resistance of metallic screen at 20 °C	maximum	ohm/km	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Reactance at 50 Hz	approx.	ohm/km	0,144	0,134	0,125	0,119	0,116	0,111	0,106
Capacitance	approx.	microF/km	0,136	0,159	0,183	0,205	0,221	0,247	0,281
Current rating in air at 30 °C		A	190	235	285	328	370	425	503
Current rating in ground at 20 °C ground thermal resistivity 1 K.m/W depth of laying 1 m		A	175	213	255	291	324	368	426
Bending radius during laying	minimum	mm	680	680	700	720	740	760	820
Final bending radius on profiled seat	minimum	mm	340	340	350	360	370	380	410

Cavo tipo ARE4H5EX

3.1 CLUSTER A

Si riportano di seguito le caratteristiche della linea MT interrata oggetto di analisi:

Tipologia cavo	ARE4H5EX
Cavi per asse	3
Numero di assi	4
Tensione di esercizio:	30 kV
Frequenza	50 Hz
Numero di fasi	3
Sfasamento correnti per asse	120°
Corrente per fase in regime permanente	426 A
Sezione dei conduttori:	3x240 mmq
Distanza cavi	69 mm
Tipo di disposizione conduttori	Assi sul piano
Distanza assi	300 mm
Profondità dei conduttori	125 cm

Come già anticipato nella premessa e in riferimento a quanto riportato nella norma CEI 211-6 data pubblicazione 2001-01, classificazione 211-6, prima edizione, "guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", si sottolinea che le linee elettriche in cavo non producono campo elettrico all'esterno, in quanto, le guaine metalliche dei cavi costituiscono un'efficace schermatura nei riguardi di tale tipo di campo (par. 7.3.1). Pertanto:

Contributo del cavidotto

Campo elettrico [kV/m]	0.0	
Limite campo elettrico [kV/m]	5	[secondo DPCM 8 luglio 2003]

Esito verifica **SODDISFATTA**

Si procede quindi con il calcolo del campo magnetico che non è da considerarsi nullo in quanto le guaine dei cavi non costituiscono una schermatura a tale riguardo.

In aggiunta, nel caso in esame non è stato necessario eseguire delle misure di fondo al fine di determinare il campo elettromagnetico preesistente, in quanto il tracciato del cavidotto non interessa aree abitate e non presenta intersezioni e/o parallelismi con linee elettriche di alta tensione o comunque in grado di generare un contributo significativo al campo magnetico stimato.

Pertanto considerando le caratteristiche dell'elettrodotta (cavi interrati disposti in asse ad una profondità di 1,25m , ad una distanza verticale di 1,5m (altezza uomo) si avrà il seguente valore:

Contributo del cavidotto

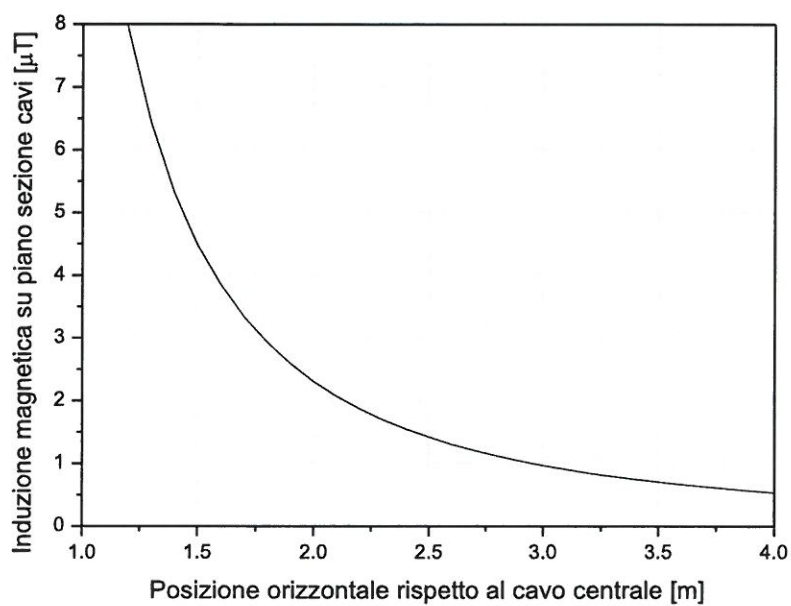
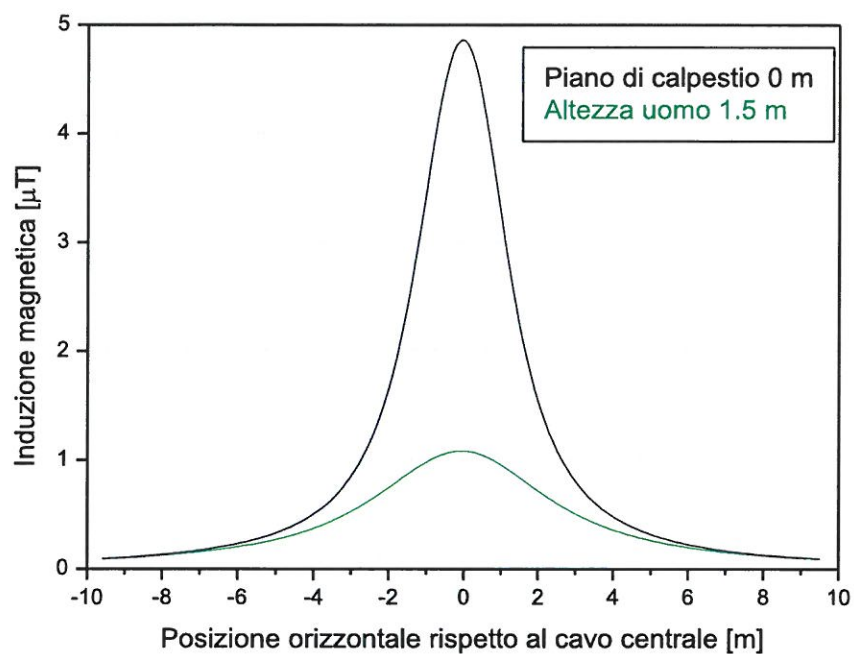
Campo magnetico [μ T]	1.078
----------------------------	-------

Limite di esposizione [μ T]	100	[secondo DPCM 8 luglio 2003]
Valore di attenzione [μ T]	10	
Valore di qualità [μ T]	3	
Esito verifica	SODDISFATTA	

Di seguito viene riportato l'andamento del campo magnetico complessivo "post operam" in funzione della distanza dal cavidotto:

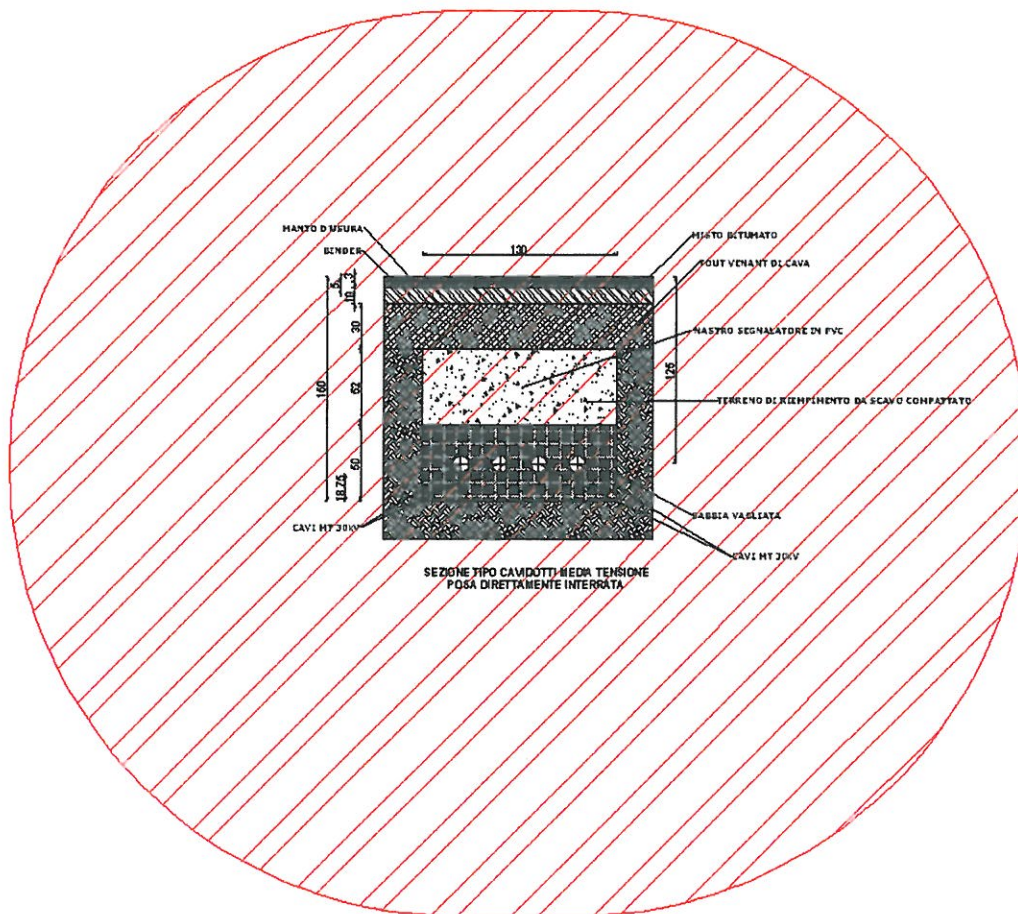
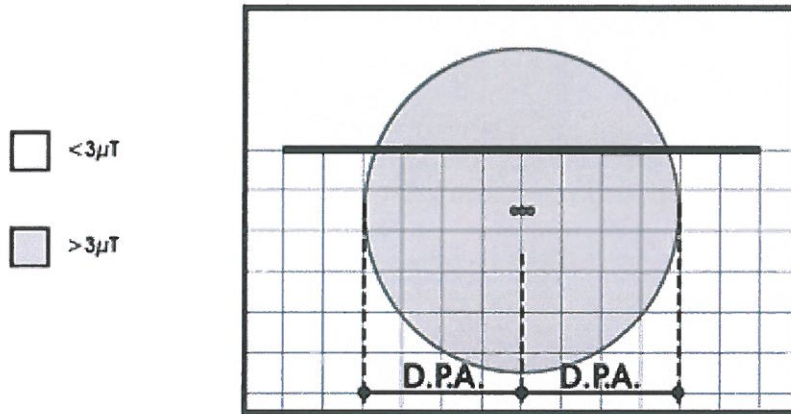
posiz. [m]	piano cavidotto -1.25 m	piano calpestio 0m	altezza uomo 1.5m
-9.55	0.09324	0.09125	0.08571
-9.05	0.10376	0.10177	0.09524
-8.55	0.11634	0.11384	0.10576
-8.05	0.13148	0.12793	0.11679
-7.55	0.14961	0.14506	0.13192
-7.05	0.1718	0.16618	0.14798
-6.55	0.19902	0.19197	0.16817
-6.05	0.23387	0.22379	0.19184
-5.55	0.27903	0.26476	0.22105
-5.05	0.33799	0.31647	0.25684
-4.55	0.41901	0.38664	0.30121
-4.05	0.53173	0.48086	0.35472
-3.55	0.70036	0.613	0.42189
-3.05	0.96409	0.80489	0.50364
-2.55	1.41664	1.09297	0.60128
-2.05	2.30184	1.54059	0.71565
-1.95	2.58118	1.65673	0.73964
-1.85	2.91809	1.78444	0.76359
-1.75	3.32834	1.92422	0.78902
-1.55	4.47807	2.24061	0.83775
-1.05	13.32314	3.24858	0.95439
-0.55	477.85776	4.32535	1.04109
-0.05	490.28493	4.85768	1.07808
0.05	490.28493	4.85768	1.07808
0.55	477.85776	4.32535	1.04109
1.05	13.32314	3.24858	0.95439
1.55	4.47807	2.24061	0.83775
1.75	3.32834	1.92422	0.78902
1.85	2.91809	1.78444	0.76359
1.95	2.58118	1.65673	0.73964
2.05	2.30184	1.54059	0.71565
2.55	1.41664	1.09297	0.60128
3.05	0.96409	0.80489	0.50364
3.55	0.70036	0.613	0.42189
4.05	0.53173	0.48086	0.35472
4.55	0.41901	0.38664	0.30121
5.05	0.33799	0.31647	0.25684
5.55	0.27903	0.26476	0.22105

6.05	0.23387	0.22379	0.19184
6.55	0.19902	0.19197	0.16817
7.05	0.1718	0.16618	0.14798
7.55	0.14961	0.14506	0.13192
8.05	0.13148	0.12793	0.11679
8.55	0.11634	0.11384	0.10576
9.05	0.10376	0.10177	0.09524
9.55	0.09324	0.09125	0.08571



Si può quindi concludere che il campo elettromagnetico complessivo a terra presenterà un valore inferiore al limite di normativa di $3\mu\text{T}$ a circa 1.85m in caso di tratti rettilinei. In presenza di curvature sul cavidotto occorre moltiplicare tale valore per 1.5, ottenendo quindi un valore di 2.77m che arrotondato per eccesso allo 0.5m superiore porta a considerare 3 metri per lato di DPA.

RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



FASCIA DI RISPETTO R = 3 m

Il rischio elettromagnetico è pertanto da considerarsi molto basso, anche in considerazione dei seguenti aspetti:

- il cavidotto non è mai percorso dalla massima corrente teorica;
- a partire dai 4 metri di distanza dall'asse del cavidotto il contributo al campo magnetico è praticamente nullo;
- il cavidotto interessa aree lontane da abitazioni e luoghi dove non è ragionevole supporre una permanenza in prossimità o al di sopra di esso di persone per più di 4 ore al giorno e per periodi prolungati.

Infine poiché i lavori di manutenzione verranno tutti effettuati in assenza di tensione, si può ritenere nullo l'impatto sui lavoratori addetti alla manutenzione.

3.2 CLUSTER B

Si riportano di seguito le caratteristiche della linea MT interrata oggetto di analisi:

Tipologia cavo	ARE4HSEX
Cavi per asse	3
Numero di assi	3
Tensione di esercizio:	30 kV
Frequenza	50 Hz
Numero di fasi	3
Sfasamento correnti per asse	120°
Corrente per fase in regime permanente	480 A
Sezione dei conduttori:	3x300 mmq
Distanza cavi	89 mm
Tipo di disposizione conduttori	Assi sul piano
Distanza assi	300 mm
Profondità dei conduttori	125 cm

Come già anticipato nella premessa e in riferimento a quanto riportato nella norma CEI 211-6 data pubblicazione 2001-01, classificazione 211-6, prima edizione, "guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", si sottolinea che le linee elettriche in cavo non producono campo elettrico all'esterno, in quanto, le guaine metalliche dei cavi costituiscono un'efficace schermatura nei riguardi di tale tipo di campo (par. 7.3.1). Pertanto:

Contributo del cavidotto

Campo elettrico [kV/m]	0.0	
Limite campo elettrico [kV/m]	5	[secondo DPCM 8 luglio 2003]
Esito verifica	SODDISFATTA	

Si procede quindi con il calcolo del campo magnetico che non è da considerarsi nullo in quanto le guaine dei cavi non costituiscono una schermatura a tale riguardo.

In aggiunta, nel caso in esame non è stato necessario eseguire delle misure di fondo al fine di determinare il campo elettromagnetico preesistente, in quanto il tracciato del cavidotto non interessa aree abitate e non presenta intersezioni e/o parallelismi con linee elettriche di alta tensione o comunque in grado di generare un contributo significativo al campo magnetico stimato.

Pertanto considerando le caratteristiche dell'elettrodotta (cavi interrati disposti in asse ad una profondità di 1,25m , ad una distanza verticale di 1,5m (altezza uomo) si avrà il seguente valore:

Contributo del cavidotto

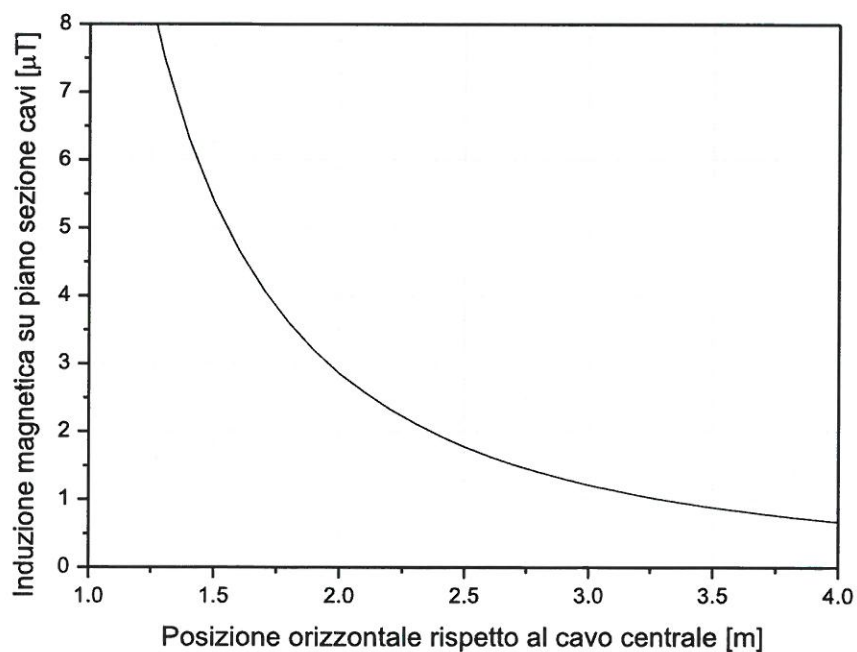
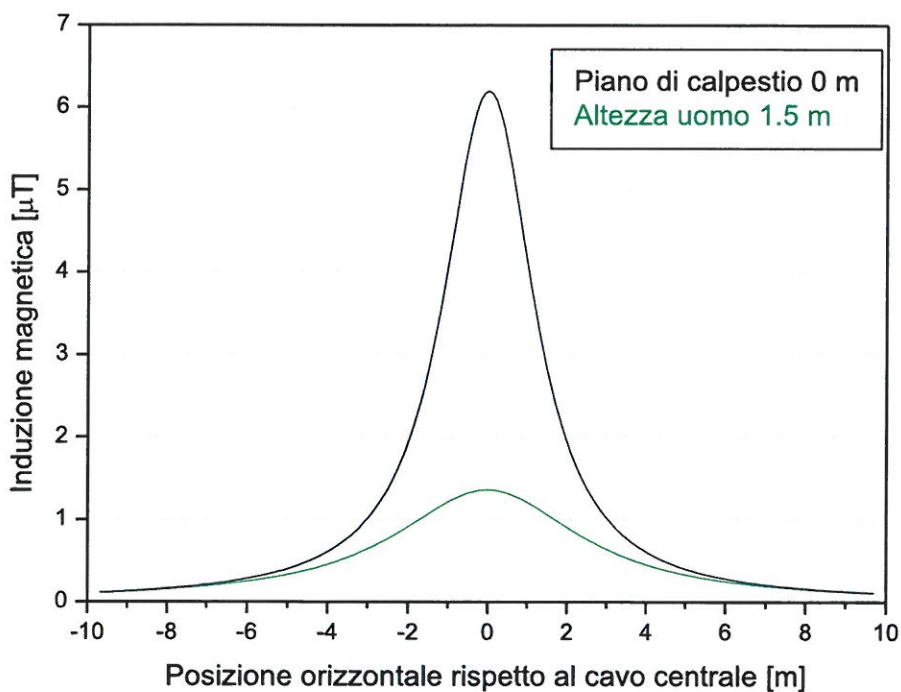
Campo magnetico [μ T]	1.354
----------------------------	-------

Limite di esposizione [μ T]	100	[secondo DPCM 8 luglio 2003]
Valore di attenzione [μ T]	10	
Valore di qualità [μ T]	3	
Esito verifica	SODDISFATTA	

Di seguito viene riportato l'andamento del campo magnetico complessivo "post operam" in funzione della distanza dal cavidotto:

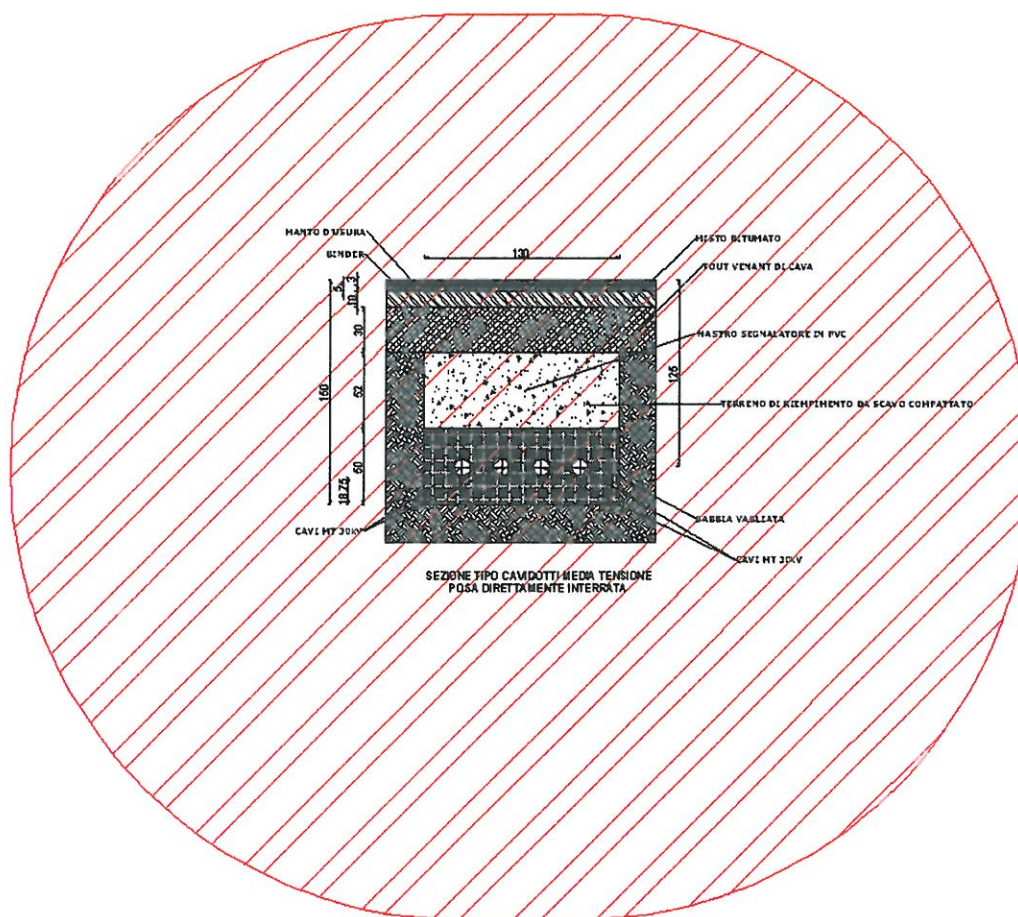
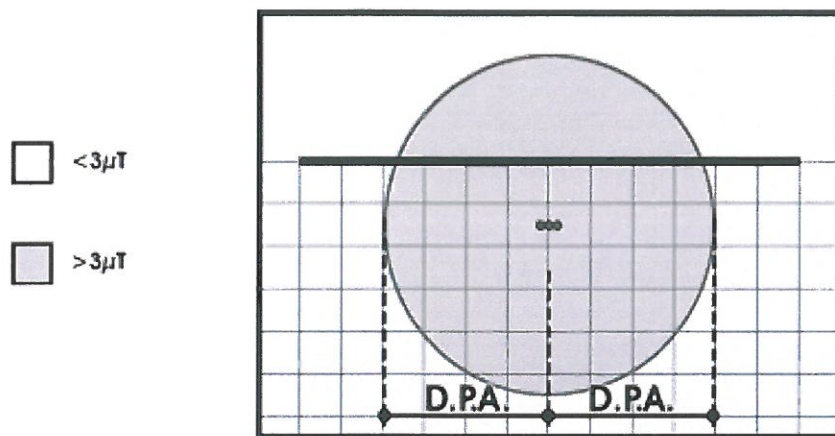
posiz. [m]	piano cavidotto -1.25 m	piano calpestio 0m	altezza uomo 1.5m
-9.5	0.11792	0.11561	0.10808
-9	0.13125	0.12837	0.11965
-8.5	0.14747	0.14401	0.13237
-8	0.166	0.16192	0.14801
-7.5	0.18922	0.18395	0.166
-7	0.21759	0.21005	0.1874
-6.5	0.25245	0.24251	0.21231
-6	0.29658	0.28318	0.24361
-5.5	0.35356	0.33491	0.28072
-5	0.42871	0.40064	0.32541
-4.5	0.53023	0.48922	0.38054
-4	0.6736	0.60822	0.44896
-3.5	0.88563	0.77601	0.53315
-3	1.21573	1.0171	0.6369
-2.5	1.77722	1.37883	0.76091
-2.1	2.5705	1.80588	0.8749
-2	2.85417	1.93941	0.90545
-1.9	3.1881	2.08469	0.93612
-1.5	5.38538	2.81737	1.06051
-1	14.40169	4.10458	1.20619
-0.5	163.30124	5.52941	1.31466
0	3593.3361	6.19926	1.35448
0.5	163.30124	5.52941	1.31466
1	14.40169	4.10458	1.20619
1.5	5.38538	2.81737	1.06051
1.9	3.1881	2.08469	0.93612
2	2.85417	1.93941	0.90545
2.1	2.5705	1.80588	0.8749
2.5	1.77722	1.37883	0.76091
3	1.21573	1.0171	0.6369
3.5	0.88563	0.77601	0.53315
4	0.6736	0.60822	0.44896
4.5	0.53023	0.48922	0.38054
5	0.42871	0.40064	0.32541
5.5	0.35356	0.33491	0.28072

6	0.29658	0.28318	0.24361
6.5	0.25245	0.24251	0.21231
7	0.21759	0.21005	0.1874
7.5	0.18922	0.18395	0.166
8	0.166	0.16192	0.14801
8.5	0.14747	0.14401	0.13237
9	0.13125	0.12837	0.11965
9.5	0.11792	0.11561	0.10808



Si può quindi concludere che il campo elettromagnetico complessivo a terra presenterà un valore inferiore al limite di normativa di $3\mu\text{T}$ a circa 2m in caso di tratti rettilinei. In presenza di curvature sul cavidotto occorre moltiplicare tale valore per 1.5, ottenendo quindi un valore di 3m che arrotondato per eccesso allo 0.5m porta a considerare 3 metri per lato di D.P.A.

RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



FASCIA DI RISPETTO $R = 3\text{m}$

Il rischio elettromagnetico è pertanto da considerarsi molto basso, anche in considerazione dei seguenti aspetti:

- il cavidotto non è mai percorso dalla massima corrente teorica;
- a partire dai 4,5 metri di distanza dall'asse del cavidotto il contributo al campo magnetico è praticamente nullo;
- il cavidotto interessa aree lontane da abitazioni e luoghi dove non è ragionevole supporre una permanenza in prossimità o al di sopra di esso di persone per più di 4 ore al giorno e per periodi prolungati.

Infine poiché i lavori di manutenzione verranno tutti effettuati in assenza di tensione, si può ritenere nullo l'impatto sui lavoratori addetti alla manutenzione.

3.3 CLUSTER C

Si riportano di seguito le caratteristiche della linea MT interrata oggetto di analisi:

Tipologia cavo	ARE4H5EX
Cavi per asse	3
Numero di assi	2
Tensione di esercizio:	30 kV
Frequenza	50 Hz
Numero di fasi	3
Sfasamento correnti per asse	120°
Corrente per fase in regime permanente	426 A
Sezione dei conduttori:	3x240 mmq
Distanza cavi	69 mm
Tipo di disposizione conduttori	Assi sul piano
Distanza assi	300 mm
Profondità dei conduttori	125 cm

Come già anticipato nella premessa e in riferimento a quanto riportato nella norma CEI 211-6 data pubblicazione 2001-01, classificazione 211-6, prima edizione, "guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", si sottolinea che le linee elettriche in cavo non producono campo elettrico all'esterno, in quanto, le guaine metalliche dei cavi costituiscono un'efficace schermatura nei riguardi di tale tipo di campo (par. 7.3.1). Pertanto:

Contributo del cavidotto

Campo elettrico [kV/m]	0.0	
Limite campo elettrico [kV/m]	5	[secondo DPCM 8 luglio 2003]

Esito verifica **SODDISFATTA**

Si procede quindi con il calcolo del campo magnetico che non è da considerarsi nullo in quanto le guaine dei cavi non costituiscono una schermatura a tale riguardo.

In aggiunta, nel caso in esame non è stato necessario eseguire delle misure di fondo al fine di determinare il campo elettromagnetico preesistente, in quanto il tracciato del cavidotto non interessa aree abitate e non presenta intersezioni e/o parallelismi con linee elettriche di alta tensione o comunque in grado di generare un contributo significativo al campo magnetico stimato.

Pertanto considerando le caratteristiche dell'elettrodotta (cavi interrati disposti in asse ad una profondità di 1,25m , ad una distanza verticale di 1,5m (altezza uomo) si avrà il seguente valore:

Contributo del cavidotto

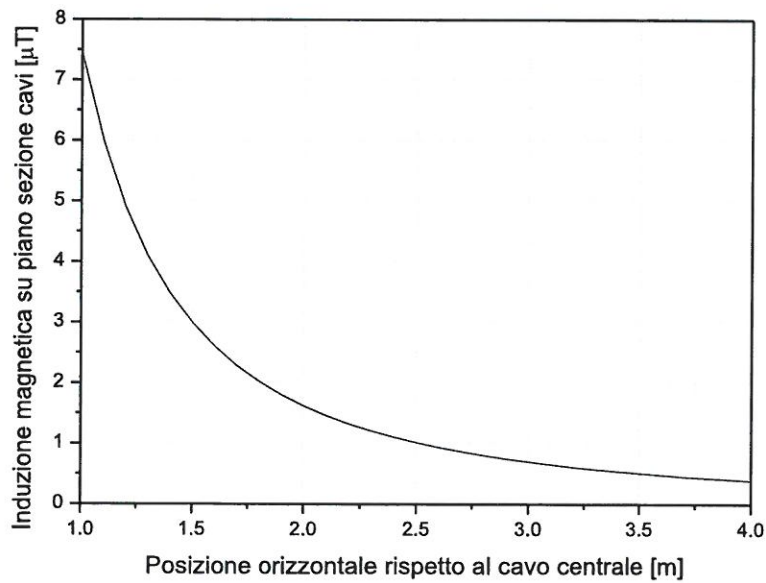
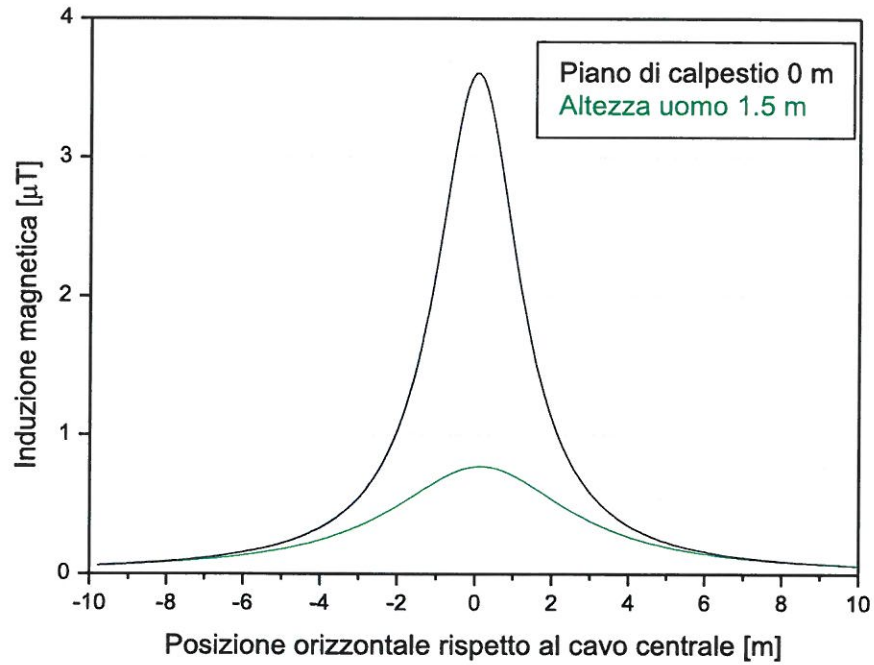
Campo magnetico [μ T]	0.771
----------------------------	-------

Limite di esposizione [μ T] 100 [secondo DPCM 8 luglio 2003]
 Valore di attenzione [μ T] 10
 Valore di qualità [μ T] 3
 Esito verifica **SODDISFATTA**

Di seguito viene riportato l'andamento del campo magnetico complessivo "post operam" in funzione della distanza dal cavidotto:

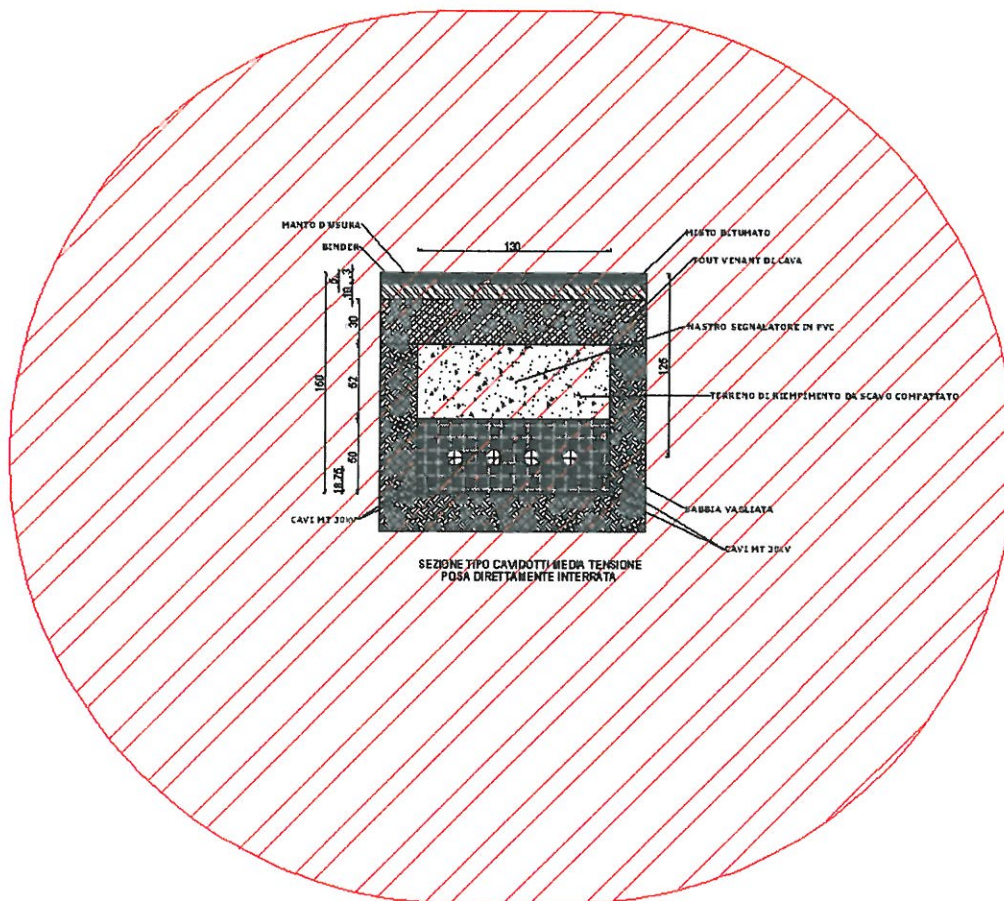
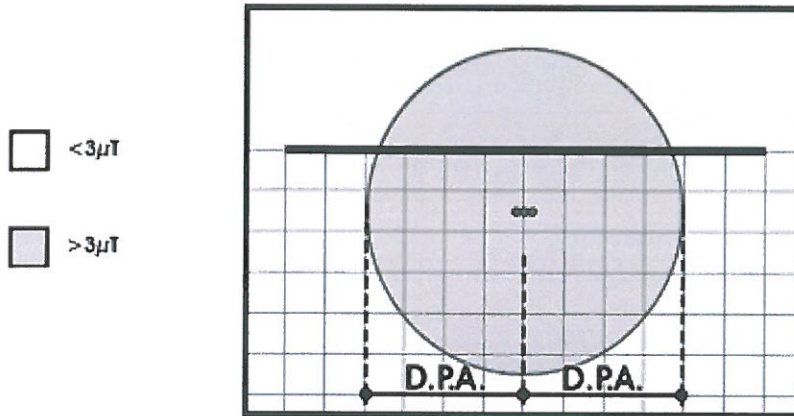
posiz. [m]	piano cavidotto -1.25 m	piano calpestio 0m	altezza uomo 1.5m
-9.55	0.0658	0.06438	0.06014
-9.05	0.07286	0.07145	0.06721
-8.55	0.08207	0.07993	0.07428
-8.05	0.0927	0.08987	0.08207
-7.55	0.10474	0.10191	0.0927
-7.05	0.12034	0.11678	0.104
-6.55	0.13945	0.13447	0.11819
-6.05	0.16353	0.15646	0.13447
-5.55	0.19474	0.18478	0.15499
-5.05	0.23519	0.22024	0.17981
-4.55	0.28984	0.26849	0.21095
-4.05	0.36586	0.33236	0.24781
-3.55	0.47759	0.42193	0.29457
-3.05	0.64942	0.54993	0.35195
-2.55	0.93331	0.74146	0.42063
-2.05	1.4584	1.03592	0.50202
-1.55	2.60135	1.50037	0.59034
-1.45	2.99181	1.62157	0.60871
-1.35	3.47942	1.75198	0.62634
-1.05	5.98048	2.20846	0.67642
-0.55	27.89395	3.08473	0.74263
-0.05	472.30196	3.60639	0.77075
0.05	472.30196	3.60639	0.77075
0.55	27.89395	3.08473	0.74263
1.05	5.98048	2.20846	0.67642
1.35	3.47942	1.75198	0.62634
1.45	2.99181	1.62157	0.60871
1.55	2.60135	1.50037	0.59034
2.05	1.4584	1.03592	0.50202
2.55	0.93331	0.74146	0.42063
3.05	0.64942	0.54993	0.35195
3.55	0.47759	0.42193	0.29457
4.05	0.36586	0.33236	0.24781
4.55	0.28984	0.26849	0.21095
5.05	0.23519	0.22024	0.17981
5.55	0.19474	0.18478	0.15499
6.05	0.16353	0.15646	0.13447
6.55	0.13945	0.13447	0.11819

7.05	0.12034	0.11678	0.104
7.55	0.10474	0.10191	0.0927
8.05	0.0927	0.08987	0.08207
8.55	0.08207	0.07993	0.07428
9.05	0.07286	0.07145	0.06721
9.55	0.0658	0.06438	0.06014



Si può quindi concludere che il campo elettromagnetico complessivo a terra presenterà un valore inferiore al limite di normativa di $3\mu T$ a circa 1.45m in caso di tratti rettilinei. In presenza di curvature sul cavidotto occorre moltiplicare tale valore per 1.5, ottenendo quindi un valore di 2.17m che arrotondato per eccesso allo 0.5m porta a considerare 2.5 metri per lato di D.P.A.

RAPPRESENTAZIONE DELLA FASCIA DI RISPETTO E DELLA D.P.A.



FASCIA DI RISPETTO R = 2.5M

Il rischio elettromagnetico è pertanto da considerarsi molto basso, anche in considerazione dei seguenti aspetti:

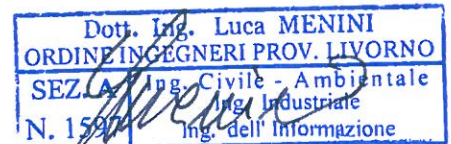
- il cavidotto non è mai percorso dalla massima corrente teorica;
- a partire dai 3 metri di distanza dall'asse del cavidotto il contributo al campo magnetico è praticamente nullo;
- il cavidotto interessa aree lontane da abitazioni e luoghi dove non è ragionevole supporre una permanenza in prossimità o al di sopra di esso di persone per più di 4 ore al giorno e per periodi prolungati.

Infine poiché i lavori di manutenzione verranno tutti effettuati in assenza di tensione, si può ritenere nullo l'impatto sui lavoratori addetti alla manutenzione.

10/01/2014

Sintecnica Srl

Ing. Luca Menini



R.IN. 087.TMC.13.02 rev.0

a
multidisciplinary
engineering
company

gennaio 2014

STUDIO ELETTROMAGNETICO CAVIDOTTI AT 150 kV

Client:
Termomeccanica

Plant: Montemilone

Job n°: 087.TMC.13

REV:	0
DATE:	10/01/2014
DESCRIPTION:	Emissione
PREP:	FN
VER:	DM
APPR:	LM



Dott. Ing. Luca MENINI
ORDINE INGEGNERI PROV. LIVORNO
SEZ. A / Ing. Civile - Ambientale
N. 1590 / Ing. Industriale
Ing. dell'Informazione



Sommario

1. GENERALITA'	3
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
2.1 NORMATIVA EUROPEA	4
2.2 NORMATIVA NAZIONALE	4
3. ANALISI QUANTITATIVA	6

1. GENERALITA'

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza.

I campi elettrici e quelli magnetici sono grandezze fisiche differenti, che però interagiscono tra loro e dipendono l'uno dall'altro al punto di essere considerati manifestazioni duali di un unico fenomeno fisico: il campo elettromagnetico.

Il campo elettrico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica, la cui unità di misura è il Volt [V/m].

Il campo magnetico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di corrente elettrica o di massa magnetica, la cui unità di misura è l'Ampère [A/m].

I parametri che maggiormente influenzano il campo elettrico al suolo sono l'altezza o la profondità della linea, la distanza tra le fasi e la loro disposizione.

Tuttavia nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

Il campo magnetico è funzione del valore della corrente transitante in linea, della distanza del punto dalla linea e dalla configurazione della linea stessa. Tale campo magnetico cresce all'aumentare della corrente e diminuisce all'aumentare della distanza.

Questi campi si concatenano tra loro per determinare nello spazio la propagazione di un campo chiamato elettromagnetico (CEM).

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1 **NORMATIVA EUROPEA**

- Raccomandazione n. 99/519/CE del 12 Luglio 1999: "Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz". Tramite questa raccomandazione gli stati membri sono stati invitati ad adottare le misure necessarie ad assicurare un elevato livello di protezione della salute della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici.

2.2 **NORMATIVA NAZIONALE**

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

- Il DPCM 8 Luglio 2003 "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", fissa i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

"Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];

"A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio." [art. 3, comma 2];

"Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4]

Normativa	Limiti previsti	Campo B (μ T)	Campo E (kV/m)
DPCM 08/07/2003	Limite di esposizione	100	5
	Valore di attenzione (24 ore di esposizione)	10	-
	Obiettivo di qualità (progettazione nuovi elettrodotti)	3	-

Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità fissati dal DPCM 8/07/2003 (G. U. Serie Generale n.199 del 28/8/03)

- DPCM del 23 aprile 1992: "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". Abrogato nell'art. 8 del DPCM 8/07/2003 relativo agli elettrodotti.
- DPCM 28 settembre 1995: "Norme tecniche procedurali di attuazione del DPCM 23 Aprile 1992 relativamente agli elettrodotti".
- DM 10 settembre 1998, n. 381: "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana".

3. ANALISI QUANTITATIVA

IL presente report riguarda l'analisi dei campi elettrico ed elettromagnetico di un elettrodotto interrato in alta tensione a 150 kV per il vettoriamento dell'energia prodotta della centrale eolica da 60MWe, di proprietà della Società "Milonia S.r.l."

Tale cavidotto di lunghezza pari a 30.000m, collega la stazione di trasformazione MT/AT alla cabina di consegna utente e sarà realizzato con apposito scavo con un cavo di tipo ARE4H5E – 150 kV – 1 x 400 mm².

Di seguito si riportano i dati tecnici del cavo e la sezione di posa del cavo utilizzato:

1. TABELLA DI DATI TECNICI

- Tipo di cavo (designazione Prysmian).....	ARE4H5E
- Tensione nominale d'isolamento (U ₀ /U)	kV.....87/150
- Tensione massima permanente di esercizio (U _m)	kV..... 170
- Sezione nominale	1xmm ² 400
- Norme di rispondenzaIEC 60840
- Gradiente massimo a U ₀ = 87 kV	kV/mm..... 7,1
- Gradiente minimo a U ₀ = 87 kV	kV/mm..... 2,9

1.1 DATI COSTRUTTIVI

CONDUTTORE

- tipo: corda rotonda compatta
- materiale: fili di alluminio
- diametro conduttore ca. mm..... 23,8±0,5

STRATO SEMICONDOTTORE

- strato estruso costituito da miscela estrusa termoindurente

ISOLANTE

- materiale: XLPE
- spessore nominale mm..... 19,5
- diametro indicativo mm..... 70,2

STRATO SEMICONDOTTORE

- strato estruso costituito da miscela estrusa termoindurente
- strato costituito da nastri semiconduttivi igroespandenti
- diametro indicativo (sullo strato estruso) mm..... 67,4

TAMPONAMENTO LONGITUDINALE

- strato costituito da nastri semiconduttivi igroespandenti

SCHERMO METALLICO

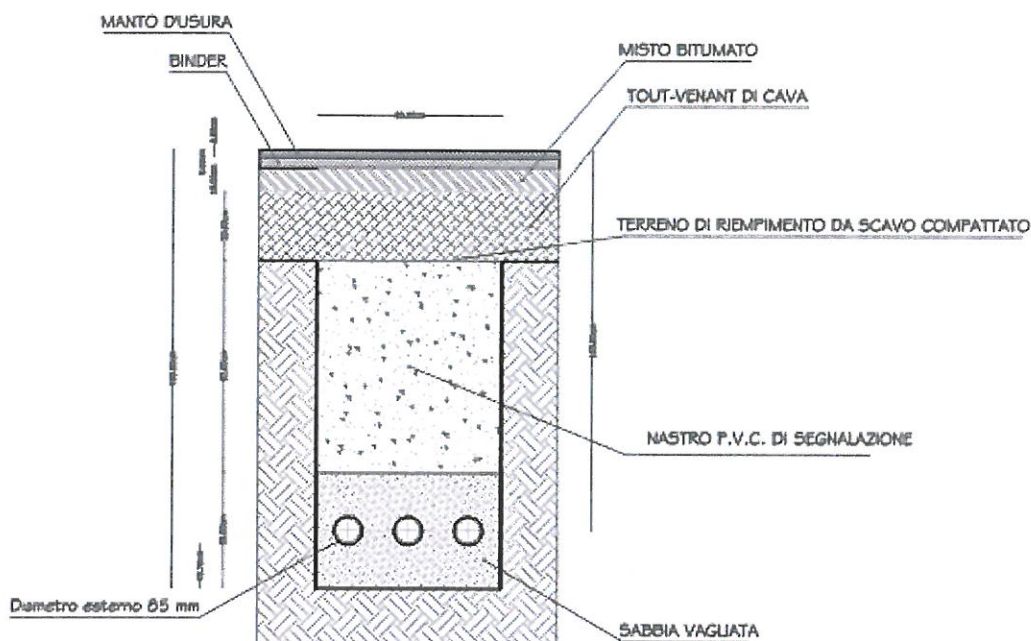
- materiale: guaina alluminio saldato
- spessore della guaina mm..... 1,1
- diametro sopra la guaina (approx) mm..... 74,5

GUAINA ESTERNA

- materiale: PE (grafitata)
- qualità: ST7
- spessore nominale mm..... 4,5

DIAMETRO ESTERNO DEL CAVO ca. mm..... 85

PESO NETTO DEL CAVO ca. Kg/m..... 6,3



SEZIONE TIPO CAVIDOTTI ALTA TENSIONE
 POSA DIRETTAMENTE INTERRATA
 Scala 1:10

Si riportano di seguito le caratteristiche della linea MT interrata oggetto di analisi:

Tipologia cavo	ARE4H5E
Tensione di esercizio	150 kV
Frequenza	50 Hz
Numero di fasi	3
Sfasamento correnti	120°
Corrente per fase in regime permanente	700 A
Sezione dei conduttori:	400 mmq
Diametro conduttori	23.8 mm
Tipo di disposizione conduttori	Piatto
Distanza conduttori	250 mm
Profondità dei conduttori	165 cm

Come già anticipato nella premessa e in riferimento a quanto riportato nella norma CEI 211-6 data pubblicazione 2001-01, classificazione 211-6, prima edizione, "guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana", si sottolinea che le linee elettriche in cavo non producono campo elettrico all'esterno, in quanto, le guaine metalliche dei cavi costituiscono un'efficace schermatura nei riguardi di tale tipo di campo (par. 7.3.1).

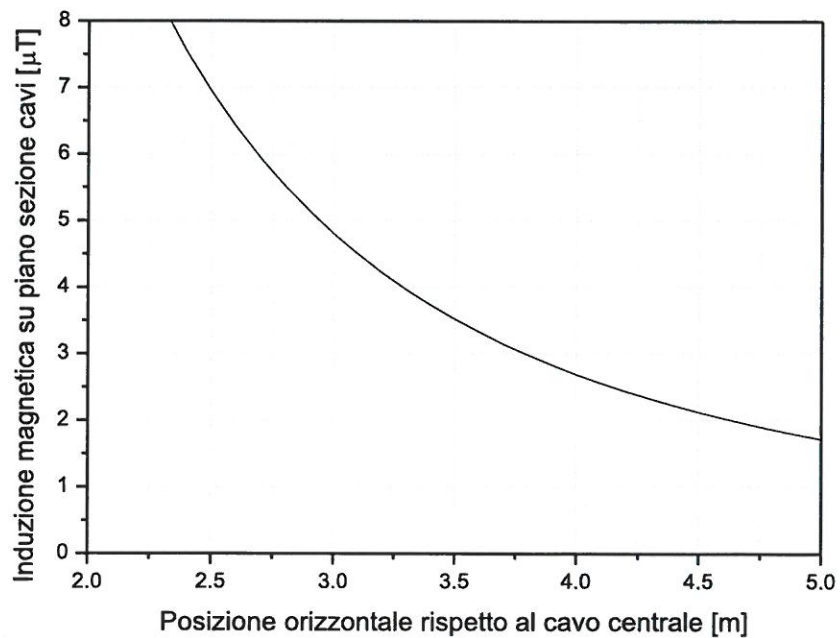
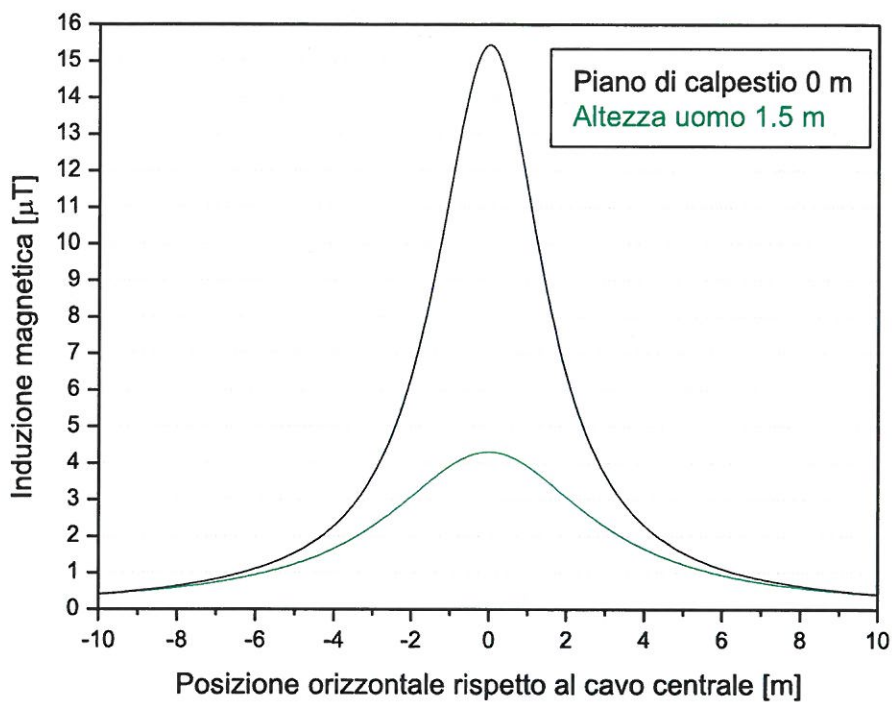
Si procede quindi con il calcolo del campo magnetico che non è da considerarsi nullo in quanto le guaine dei cavi non costituiscono una schermatura a tale riguardo.

In aggiunta, nel caso in esame non è stato necessario eseguire delle misure di fondo al fine di determinare il campo elettromagnetico preesistente, in quanto il tracciato del cavidotto non interessa aree abitate e non presenta intersezioni e/o parallelismi con linee elettriche di alta tensione o comunque in grado di generare un contributo significativo al campo magnetico stimato.

Di seguito viene riportato l'andamento del campo magnetico complessivo "post operam" in funzione della distanza dal cavidotto:

posiz. [m]	piano cavidotto -1.65 m	piano calpestio 0m	altezza uomo 1.5m
-10	0.429	0.418	0.39
-9.5	0.475	0.461	0.428
-9	0.53	0.512	0.472
-8.5	0.594	0.572	0.522
-8	0.671	0.643	0.58
-7.5	0.763	0.728	0.648
-7	0.876	0.83	0.728
-6.5	1.016	0.955	0.822
-6	1.193	1.109	0.934
-5.5	1.42	1.303	1.068
-5	1.72	1.55	1.229
-4.5	2.124	1.871	1.422
-4	2.691	2.296	1.655
-3.9	2.832	2.398	1.707
-3.8	2.984	2.505	1.761
-3.7	3.148	2.62	1.817
-3.6	3.326	2.742	1.875
-3.5	3.52	2.873	1.935
-3	4.802	3.67	2.266
-2.5	6.939	4.796	2.65
-2	10.915	6.397	3.075
-1.5	19.685	8.628	3.513
-1	46.192	11.457	3.91
-0.5	237.739	14.222	4.194
0	9907.373	15.451	4.298
0.5	237.739	14.222	4.194

0.6	148.126	13.739	4.15
0.7	102.35	13.207	4.099
0.8	75.409	12.641	4.041
0.9	58.07	12.054	3.978
1	46.192	11.457	3.91
1.1	37.673	10.862	3.837
1.2	31.341	10.275	3.761
1.3	26.499	9.705	3.681
1.4	22.709	9.154	3.598
1.5	19.685	8.628	3.513
1.6	17.233	8.127	3.427
1.7	15.214	7.654	3.339
1.8	13.533	7.208	3.251
1.9	12.118	6.789	3.163
2	10.915	6.397	3.075
2.5	6.939	4.796	2.65
3	4.802	3.67	2.266
3.5	3.52	2.873	1.935
3.6	3.326	2.742	1.875
3.7	3.148	2.62	1.817
3.8	2.984	2.505	1.761
3.9	2.832	2.398	1.707
4	2.691	2.296	1.655
4.5	2.124	1.871	1.422
5	1.72	1.55	1.229
5.5	1.42	1.303	1.068
6	1.193	1.109	0.934
6.5	1.016	0.955	0.822
7	0.876	0.83	0.728
7.5	0.763	0.728	0.648
8	0.671	0.643	0.58
8.5	0.594	0.572	0.522
9	0.53	0.512	0.472
9.5	0.475	0.461	0.428
10	0.429	0.418	0.39



Si può quindi concludere che il campo elettromagnetico complessivo a terra presenterà un valore inferiore al limite di normativa di $3\mu\text{T}$ a circa 3.8m in caso di tratti rettilinei. In presenza di curvature sul

Il rischio elettromagnetico è pertanto da considerarsi basso, anche in considerazione dei seguenti aspetti:

- il cavidotto non è mai percorso dalla massima corrente teorica;
- ad una distanza di 7 metri dall'asse del cavidotto, il contributo al campo magnetico è modesto ($\sim 1\mu\text{T}$);
- il cavidotto interessa aree lontane da abitazioni e luoghi dove non è ragionevole supporre una permanenza in prossimità o al di sopra di esso di persone per più di 4 ore al giorno e per periodi prolungati.

Infine, poiché i lavori di manutenzione verranno tutti effettuati in assenza di tensione, si può ritenere nullo l'impatto sui lavoratori addetti alla manutenzione.

10/01/2014

Sintecnica Srl

Ing. Luca Menini



gennaio 2014

STUDIO ELETTROMAGNETICO ST.NE TRASFORMAZIONE 30/150 kV E CONSEGNA UTENTE 150 kV

Client:
Termomeccanica

Plant: Montemilone

Job n°: 087.TMC.13

REV:	0
DATE:	10/01/2014
DESCRIPTION:	Emissione
PREP:	FN
VER:	DM
APPR:	LM



Sommario

1. GENERALITA'	3
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
2.1 NORMATIVA EUROPEA	4
2.2 NORMATIVA NAZIONALE	4
3. ANALISI QUANTITATIVA	6

1. GENERALITA'

La linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico e un campo magnetico. Il primo è proporzionale alla tensione della linea stessa, mentre il secondo è proporzionale alla corrente che vi circola. Entrambi decrescono molto rapidamente con la distanza.

I campi elettrici e quelli magnetici sono grandezze fisiche differenti, che però interagiscono tra loro e dipendono l'uno dall'altro al punto di essere considerati manifestazioni duali di un unico fenomeno fisico: il campo elettromagnetico.

Il campo elettrico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di carica elettrica, la cui unità di misura è il Volt [V/m].

Il campo magnetico può essere definito come una perturbazione di una certa regione spaziale determinata dalla presenza nell'intorno di una distribuzione di corrente elettrica o di massa magnetica, la cui unità di misura è l'Ampère [A/m].

I parametri che maggiormente influenzano il campo elettrico al suolo sono l'altezza o la profondità della linea, la distanza tra le fasi e la loro disposizione.

Tuttavia nel caso di cavi interrati, la presenza dello schermo e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende di fatto il campo elettrico nullo ovunque. Pertanto il rispetto della normativa vigente in corrispondenza dei recettori sensibili è sempre garantito indipendentemente dalla distanza degli stessi dall'elettrodotto.

Il campo magnetico è funzione del valore della corrente transitante in linea, della distanza del punto dalla linea e dalla configurazione della linea stessa. Tale campo magnetico cresce all'aumentare della corrente e diminuisce all'aumentare della distanza.

Questi campi si concatenano tra loro per determinare nello spazio la propagazione di un campo chiamato elettromagnetico (CEM).

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

2.1 NORMATIVA EUROPEA

• Raccomandazione n. 99/519/CE del 12 Luglio 1999: "Raccomandazione del Consiglio relativa alla limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0 Hz a 300 GHz". Tramite questa raccomandazione gli stati membri sono stati invitati ad adottare le misure necessarie ad assicurare un elevato livello di protezione della salute della popolazione dall'esposizione ai campi elettromagnetici.

2.2 NORMATIVA NAZIONALE

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

- Il DPCM 8 Luglio 2003 "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", fissa i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

"Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100 μ T per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];

"A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10 μ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio." [art. 3, comma 2];

"Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3 μ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4]

Normativa	Limiti previsti	Campo B (μ T)	Campo E (kV/m)
DPCM 08/07/2003	Limite di esposizione	100	5
	Valore si attenzione (24 ore di esposizione)	10	-
	Obiettivo di qualità (progettazione nuovi elettrodotti)	3	-

Limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità fissati dal DPCM 8/07/2003 (G. U. Serie Generale n.199 del 28/8/03)

- DPCM del 23 aprile 1992: "Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell'ambiente esterno". Abrogato nell'art. 8 del DPCM 8/07/2003 relativo agli elettrodotti.
- DPCM 28 settembre 1995: " Norme tecniche procedurali di attuazione del DPCM 23 Aprile 1992 relativamente agli elettrodotti".
- DM 10 settembre 1998, n. 381: "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana".

Ai fini del presente report si definiscono:

- Fascia di rispetto: è lo spazio circostante un elettrodotto , che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.
- Distanza di prima approssimazione (Dpa): per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto.

3. ANALISI QUANTITATIVA

Il presente report riguarda l'analisi dei campi elettrico ed elettromagnetico delle stazioni di trasformazione 30/150kV e di consegna utente 150kV per il vettoriamento dell'energia prodotta della centrale eolica da 60MWA, di proprietà della Società "Milonia S.r.l."

Premesso che la massima corrente su cui è stato effettuato il dimensionamento corrisponde a quella di portata in regime permanente dei cavi di AT, anche se realmente la corrente reale di esercizio sarà sempre generalmente inferiore a quest'ultima.

Osserviamo che l'intensità di corrente di riferimento per la stazione di trasformazione e quindi anche per quella di consegna è pari a $I = 700A$.

Considerando che la disposizione dei conduttori delle sbarre (o conduttori) del quadro all'aperto AT 150 kV di una stazione è assimilabile a quella riportata nella fig.1 per una linea 150 kV

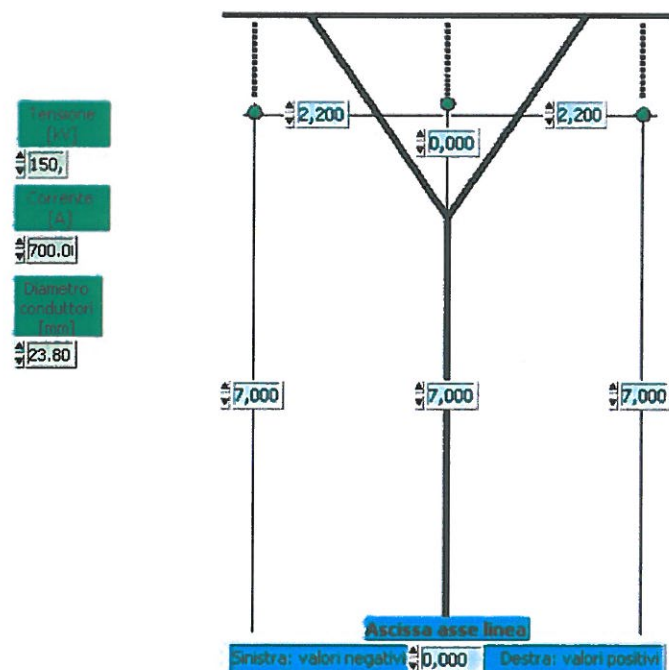
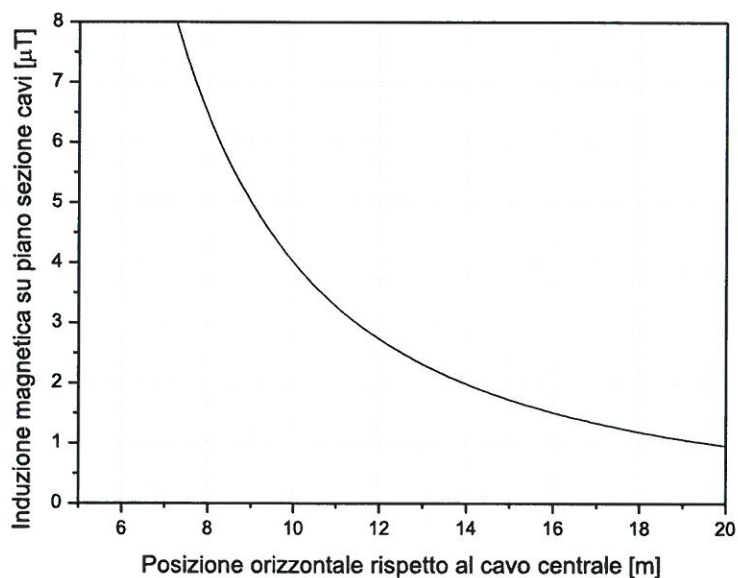
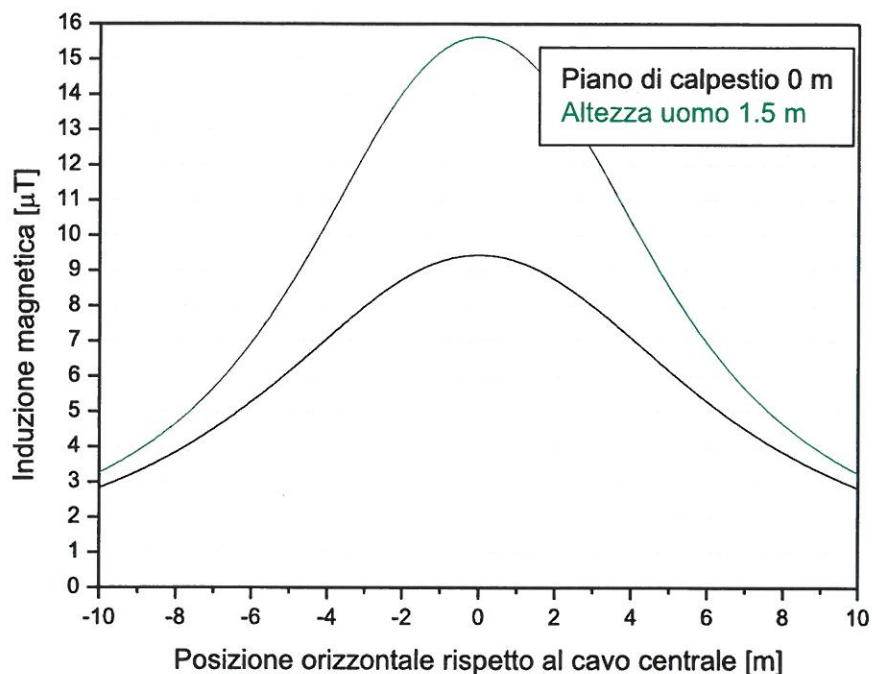


Fig.1 Linea AT con disposizione conduttori in piano

Con conduttori percorsi da corrente di 700 A ad un livello di tensione pari a 150 kV, estremamente cautelativa rispetto alla reale corrente che transiterà sui conduttori, si ha un andamento di campo elettromagnetico riportato nelle immagini seguenti:



Di seguito si riportano i valori del campo magnetico:

posiz. [m]	piano cavidotto 7 m	piano calpestio 0m	altezza uomo 1.5m
-20	0.957	0.875	0.909
-19	1.061	0.962	1.003
-18	1.185	1.062	1.112
-17	1.331	1.177	1.24
-16	1.507	1.312	1.39
-15	1.72	1.469	1.569

-14	1.981	1.655	1.783
-13	2.309	1.876	2.043
-12	2.726	2.139	2.36
-11.6	2.925	2.259	2.507
-11.5	2.979	2.29	2.545
-11.4	3.034	2.322	2.585
-11	3.269	2.455	2.752
-10	3.996	2.836	3.243
-9	5.002	3.296	3.863
-8	6.456	3.85	4.653
-7	8.682	4.512	5.663
-6	12.374	5.286	6.945
-5	19.306	6.159	8.531
-4	35.464	7.087	10.383
-3	98.463	7.988	12.328
-2	531.316	8.751	14.05
-1	158.793	9.262	15.215
0	9899.597	9.441	15.622
1	158.793	9.262	15.215
2	531.316	8.751	14.05
3	98.463	7.988	12.328
4	35.464	7.087	10.383
5	19.306	6.159	8.531
6	12.374	5.286	6.945
7	8.682	4.512	5.663
8	6.456	3.85	4.653
9	5.002	3.296	3.863
10	3.996	2.836	3.243
11	3.269	2.455	2.752
11.4	3.034	2.322	2.585
11.5	2.979	2.29	2.545
11.6	2.925	2.259	2.507
12	2.726	2.139	2.36
13	2.309	1.876	2.043
14	1.981	1.655	1.783
15	1.72	1.469	1.569
16	1.507	1.312	1.39
17	1.331	1.177	1.24
18	1.185	1.062	1.112
19	1.061	0.962	1.003
20	0.957	0.875	0.909

Dalla tabella sopraripotata si evince come il campo magnetico inferiore a 3 μ t si raggiunge a **11.5m** dall'asse delle sbarre, inferiore a quello di normativa.

La fascia di rispetto dei 3 μ T e la distanza di prima approssimazione (Dpa) sono state calcolate in accordo alla norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e stazioni elettriche".

Pertanto sarà stabilita una Dpa pari a + 11.5 m a destra e a sinistra dell'asse dei conduttori. Si riportano di seguito le fasce di esclusione Dpa per la stazione di trasformazione 30/150 kV e per la stazione di consegna utente 150 kV.

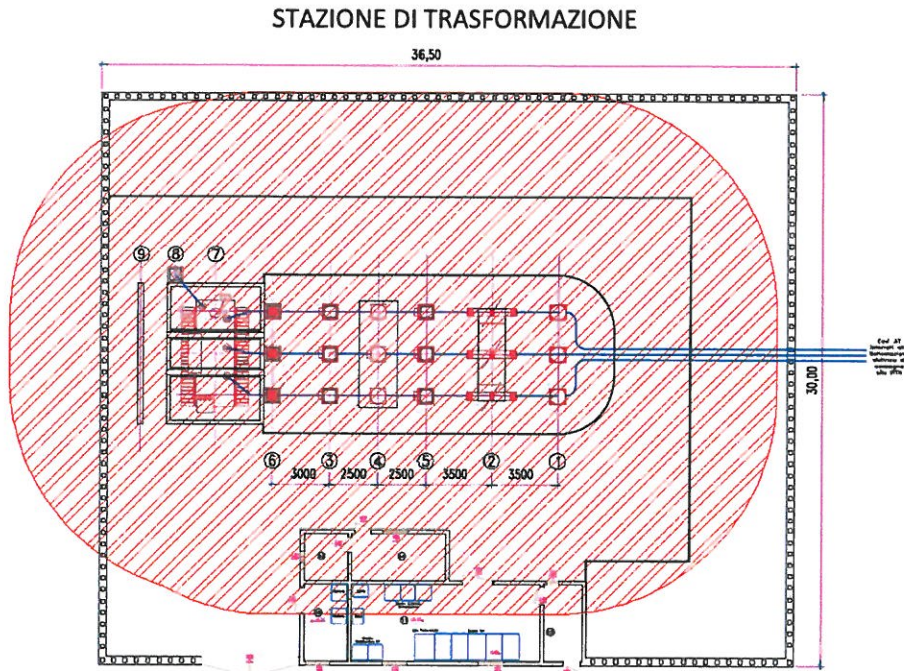


Fig.2 Fascia D.P.A \pm 11.5m per la stazione di trasformazione

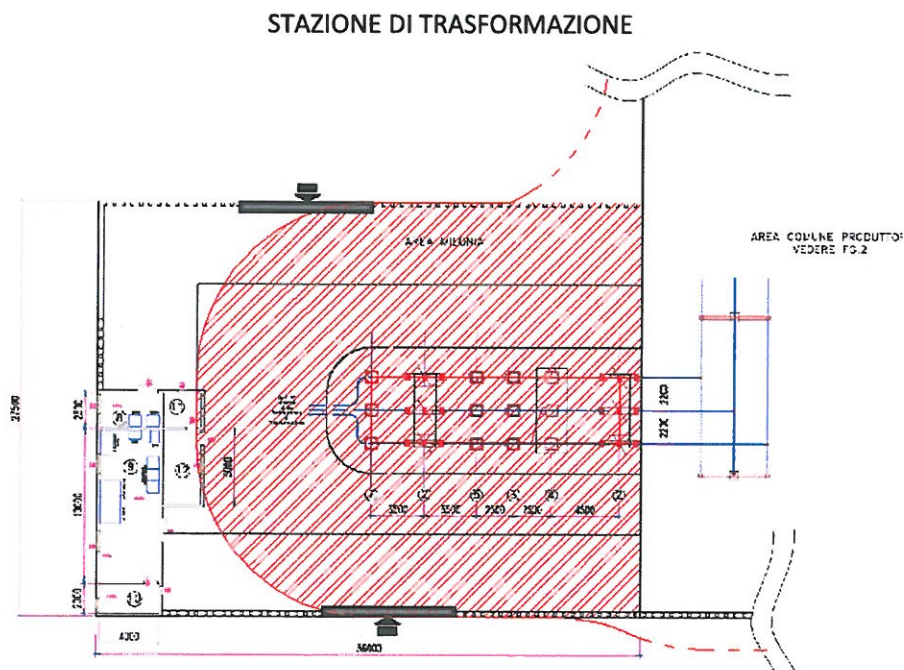


Fig.3 Fascia D.P.A \pm 11.5m per la stazione di consegna (area di competenza Milonia S.r.l)

Il rischio elettromagnetico può considerarsi basso, anche in considerazione dei seguenti aspetti:

- i conduttori non sono mai percorsi dalla massima corrente di generazione;
- sul confine di stazione, il campo magnetico si trova quasi al limite dell'obiettivo di qualità pari a $3 \mu\text{T}$ (nel caso della stazione di consegna utente è interno al perimetro di stazione);
- le stazioni sono collocate in aree lontane da abitazioni e luoghi dove non è ragionevole supporre una permanenza in prossimità o al di sopra di esso di persone per più di 4 ore al giorno e per periodi prolungati. Infine i lavoratori addetti alla manutenzione e conduzione delle stazioni, che si trovano ad operare negli edifici, risultano al di fuori delle fasce Dpa.

10/01/2014

Sintecnica Srl

Ing. Luca Menini

