


Unità Progettazione Realizzazione Impianti.
Il Responsabile
P. Zanni
(P. ZANNI)



-	-	-	-	-	-
00	05/02/2016	Prima emissione	DTNO LINEE	F.Pedrinazzi	P.Zanni
Rev.	Data	Descrizione della revisione	Elaborato	Verificato	Approvato
 Terna Rete Italia T E R N A G R O U P Direzione Territoriale Nord Ovest UPRI		Impianto: Linee AT a Semplice Terna T 919 - T 920		N.terna: 919-920	Tensione(kV): 132
		Titolo: Linee a 132 kV "Rosone - Sud-Ovest" T. 919 T. 920 Raccordo tra il sostegno n. 83 e la C.P. di Balangero e demolizione dal sostegno n 84 alla C.P. Sud-Ovest Progetto Definitivo Relazione dei campi Elettrico e Magnetico - T.919 e T.920		Scale:	
Ricavato dal doc.:		Files: RE23919A1BAX00013.dwg	Formato: A4	Foglio: 1 di 13	
		Identificativo documento: R E 23919A1 B AX 00013			
TERNA si riserva a termini di legge la proprietà di questo documento, con divieto di riprodurlo, di consegnarlo o di renderlo comunque noto a Terzi senza preventiva autorizzazione.					
Progetto: TEAX11919 Linee 919/920		Identificativi doc. esterno: -			

Descrizione	Pagina	Documenti di riferimento	Rev.
Indice	2	-	-
Relazione Tecnica	3 - 5	-	-
Linee a 132 kV a Semplice Terna Conduttore a corda di Alluminio - Acciaio Ø 31,5 mm	6	RQUT0000C2	01 07/02
Linee a 132 kV a Semplice Terna Conduttore in Alluminio - Acciaio Ø 31,5 mm Capacita' di trasporto	7	CEI 11-60	02 06/02
Valori di ingresso per la determinazione dei campi E/M	8	-	-
Linee a 132 kV Semplice Terna Simulazione dei Campi Elettrico e Magnetico SEZIONI	9 - 13	Emf	4.08 06/05

1. Premessa

1.0 Premessa

La presente relazione ha per scopo la valutazione del campo magnetico generato al piano campagna del nuovo raccordo alla C.P. di Balangero della linea doppia terna T. 919 e T. 920 "Rosone - Sud-Ovest", che interessa il territorio del Comune di Balangero in provincia di Torino.

2. Simulazioni di campi elettrico e magnetico

2.1 La normativa italiana

La prima norma che ha disciplinato la materia circa l'esposizione ai campi elettromagnetici generati dalle linee elettriche di trasporto di energia e' stato il D.P.C.M. del 23 Aprile 1992.

I limiti imposti dal succitato decreto erano rispettivamente di 5 kV/m per il campo elettrico e di 0,1 mT per il campo magnetico. In piu' venivano fissate le distanze minime dai conduttori, in funzione del valore di tensione della linea, da tutti i fabbricati e/o i luoghi ove si potesse presumere una presenza prolungata e significativa di persone.

Il 22 febbraio 2001 veniva promulgata la Legge Quadro n° 36 sulla protezione da esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici; la stessa prevedeva una serie di strumenti attuativi che normassero in maniera puntuale la materia e rimandava ad un successivo Decreto Ministeriale il compito di stabilire i nuovi limiti di esposizione.

Questo decreto e' diventato operativo l' 8 Luglio 2003.

D.P.C.M. 8 luglio 2003

Art. 3. Limiti di esposizione e valori di attenzione

1. 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.

2. 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. 4. Obiettivi di qualita'

1. 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 prossimita' di linee ed installazioni elettriche gia' presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, e' fissato l'obiettivo di qualita' 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. 5. Tecniche di misurazione e di determinazione dei livelli d'esposizione

1. Le tecniche di misurazione da adottare sono quelle indicate dalla 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*" e successivi aggiornamenti.

Art. 6 Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti

1. Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovra' fare riferimento all'obbiettivo di qualita' di cui all'art. 4 ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, come definita dalla norma CEI 11-60, che deve essere dichiarata dal gestore al Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio, per gli elettrodotti con tensione superiore a 150 kV e alle regioni per gli elettrodotti con tensione non superiore a 150 kV.

I gestori provvedono a comunicare i dati per il calcolo e l'ampiezza delle fasce di rispetto ai fini delle verifiche delle autorita' competenti.

Considerata l'urgenza di applicazione del suddetto articolo del DPCM e' stata pubblicata la norma CEI 106-11 pubblicazione 2006-02, classificazione 106-11 prima edizione, " *Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6) Parte 1 : Linee elettriche aeree e in cavo* " al fine di fornire una metodologia generale per il calcolo dell'ampiezza delle fasce di rispetto con riferimento a valori prefissati di induzione magnetica e di portata in corrente della linea.

Definizioni

Ai fini dell' applicazione del presente decreto si assumono le seguenti definizioni:

- intensita' di campo elettrico e' il valore quadratico medio delle tre componenti mutuamente perpendicolari in cui si puo' pensare scomposto il vettore campo elettrico nel punto considerato, misurato in Volt al metro (V/m);
- intensita' di induzione magnetica e' il valore quadratico medio delle tre componenti mutuamente perpendicolari in cui si puo' pensare scomposto il vettore campo magnetico nel punto considerato, misurato in Tesla (T);
- elettrodotto e' l'insieme delle linee elettriche propriamente dette, sottostazioni e cabine di trasformazione.

SUPPLEMENTO G.U. N° 160 DEL 5/7/2008

" Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti "

Il suddetto supplemento nasce dall'esigenza di rispondere a quanto inizialmente previsto dall' art. 5 del D.P.C.M. citato, confermando sostanzialmente i riferimenti tecnici da utilizzare per le simulazioni e precisamente:

- CEI 106-11 pubblicazione 2006-02, classificazione 106-11 prima edizione, " *Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (art. 6) Parte 1 : Linee elettriche aeree e in cavo* "
- CEI 211-4 edizione luglio 1996 " *Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche* " considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee aeree ed in cavo interrato.

2.2 Modello di calcolo

Per l'esecuzione delle analisi del campo elettromagnetico generato dagli elettrodotti si utilizza il software "EMF versione 4.08", programma per il calcolo dei campi elettromagnetici a 50 Hz generati da linee elettriche aeree ed in cavo, sviluppato da CESI S.p.A.

Tale programma, in conformita' alla norma CEI 211-6, consente di calcolare, visualizzare e stampare i profili laterali, la distribuzione verticale in una sezione trasversale e le mappe al suolo del campo elettrico e del campo magnetico di una linea aerea o in cavo.

Il modello di calcolo utilizzato si basa sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4 edizione luglio 1996 " *Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche* " considerato idoneo per la maggior parte delle situazioni pratiche riscontrabili per le linee aeree ed in cavo interrato.

Il suddetto algoritmo simula l'intensita' dei campi elettrici e magnetici, convenzionalmente analizzati, ad un metro dal suolo.

Le diverse conformazioni nello spazio dei conduttori o la loro diversa natura avranno influenza sul tipo di distribuzione e sull'intensita' dei valori dei campi, ma il punto di calcolo rimane sempre fissato in un metro dal suolo.

2.3 Metodologia di lavoro

Nelle tavole allegate sono riportati tutti i dati geometrici e i diagrammi dei campi magnetici, elaborati per il nuovo tracciato relativo al collegamento in oggetto.

La configurazione dei conduttori nello spazio utilizzata nelle simulazioni risulta essere quella deducibile dalla conformazione delle mensole del nuovo sostegno tipo "EY" e tipo "VY" a Semplice Terna.

La linea e' equipaggiata con conduttore in Alluminio-Acciaio del diametro di 31,5 mm e con due funi di guardia del diametro di 11,5 mm di cui una incorporante le fibre ottiche.

All'interno degli elaborati grafici facenti parte della relazione di calcolo dei campi E/M sono riportati in forma grafica e in forma tabellare i valori di campo elettrico (E) e dell'induzione magnetica (B) generati dalla linea elettrica. Sono stati allegati inoltre il diagramma della curva di isolivello del campo elettrico ed il diagramma della curva di isolivello dell'induzione magnetica, ponendo in evidenza i valori quali obbiettivi di qualita' fissati dal D.P.C.M. 8 luglio 2003 (5 kV/m e 3 μ T).

La Distanza di prima approssimazione (Dpa), e' generata dalla proiezione della curva di isolivello di 3 μ T, proiettata sul piano di campagna. Detta fascia, se include anche solo parzialmente obbiettivi sensibili, determina una approfondita analisi di verifica del calcolo esatto della fascia di rispetto, ai fini dell'applicazione del D.P.C.M. 8 luglio 2003.

Nelle campate aeree tale fascia corrisponde alla distanza dell'obbiettivo di qualita', come definito dall'art. 4 del D.P.C.M., sopra riportato.

La Distanza di prima approssimazione e' stata determinata utilizzando le metodologie di calcolo previste ai paragrafi 5.1.4.1; 5.1.4.2; 5.1.4.4; del DM 29 maggio 2008.

Il progetto prevede che le attuali linee T919 e T920 verranno ammazettate creando un'unica linea con la portata equivalente a due conduttori diametro 22.8 mm pari a 882 A ($441 \text{ A} \times n^{\circ} 2 = 882 \text{ A}$).

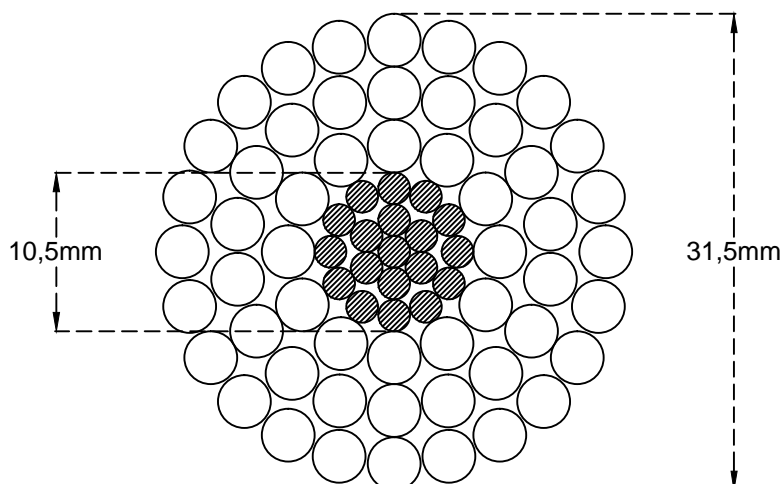
Per evitare una limitazione nella portata della linea dovuta alla scelta di utilizzare un conduttore singolo per fase di Alluminio/Acciaio diametro 31.5 mm (portata in corrente in servizio normale 675 A), come previsto al punto 3.3.3 della norma CEI 11-60, si sono adottate delle maggiorazioni del franco minimo di legge al fine di garantire un esercizio del conduttore con un valore di corrente pari a quello della linea esistente, ovvero 882 A.

3.0 Conclusioni

Analizzando le curve di isolivello, sia secondo i criteri di calcolo della Norma CEI 11-60 e sia per la portata di corrente equivalente a 882 A, si nota che il valore obbiettivo di qualita' e la relativa fascia di rispetto Dpa risultano, nei punti di massima estensione, pari a 23.50 m (fascia nord) e 23.50 m (fascia sud).

Dall'analisi risulta che i conduttori sono situati ad una distanza dal suolo tale da garantire il rispetto dei valori stabiliti dal D.P.C.M. 8 luglio 2003, come evidenziato graficamente nella presente relazione.

Linea a 132 kV
Conduttore a corda
di Alluminio - Acciaio \varnothing 31,5 mm



TIPO		C 2/1	C 2/2 (*)
		NORMALE	INGRASSATO
FORMAZIONE	ALLUMINIO (N°x \varnothing)	54 x 3,50	54 x 3,50
	ACCIAIO (N°x \varnothing)	19 x 2,10	19 x 2,10
SEZIONI TEORICHE (mm ²)	ALLUMINIO (N°x \varnothing)	519,5	519,5
	ACCIAIO (N°x \varnothing)	65,80	65,80
	TOTALE (N°x \varnothing)	585,3	585,3
TIPO DI ZINCATURA DELL'ACCIAIO		Normale	Maggiorata
MASSA TEORICA (Kg/m)		1,953	1,938
RESISTENZA ELETTRICA TEORICA A 20 °C (Ω /Km)		0,05564	0,05564
CARICO DI ROTTURA (daN)		16852	16533
MODULO ELASTICO FINALE (daN/mm ²)		6800	6800
COEFFICIENTE DI DILATAZIONE (1/°C)		$19,4 \times 10^{-6}$	$19,4 \times 10^{-6}$

(*) Per zone ad alto inquinamento salino

1 - Materiale :

Mantello esterno in alluminio ALP E 99,5 UNI 3950
Anima in acciaio a zincatura normale tipo 170 (CEI 7-2), zincato a caldo
Anima in acciaio a zincatura maggiorata tipo 3 secondo prescrizioni ENEL DC 3905 Appendice A

2 - Prescrizioni :

Per la costruzione ed il collaudo : DC 3905
Per le caratteristiche dei prodotti di protezione : prEN 50326
Per le modalità di ingrassaggio : EN 50182

3 - Imballo e pezzature :

Bobine da 2000 m (salvo diversa prescrizione in sede di ordinazione)

4 - Unità di misura :

L'unità di misura con la quale deve essere espressa la quantità del materiale è la massa in chilogrammi (kg)

5 - Modalità di applicazione dei prodotti di protezione :

Il conduttore C 2/2 dovrà essere completamente ingrassato, ad eccezione della superficie esterna dei fili elementari del mantello esterno.
Le modalità di ingrassaggio devono essere rispondenti alla norma EN 50182 del Maggio 2001 Caso 4 Figura B.1, annesso B.
La massa teorica di grasso espressa in gr/m, con una densità di 0,87 gr/cm³, calcolata secondo la norma EN 50182 dovrà essere pari a 83,74 gr/m.

6 - Caratteristiche dei prodotti di protezione :

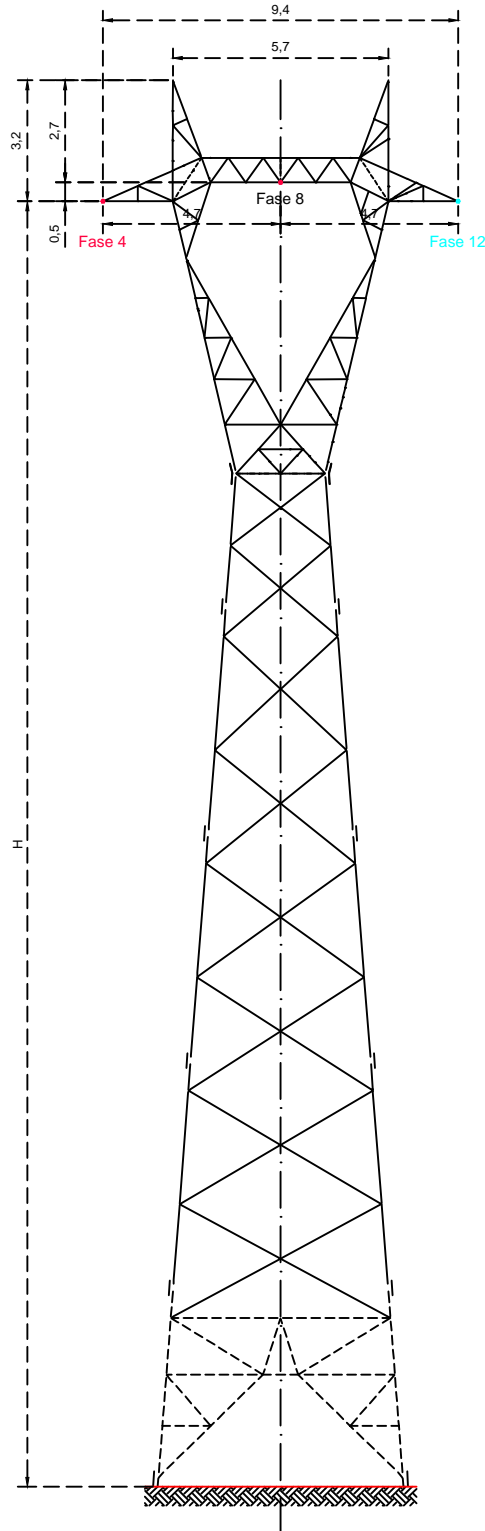
Il grasso utilizzato dovrà essere conforme alla norma prEN 50326 Ottobre 2001 tipo 20A180 ovvero 20B180.
Il Fornitore del conduttore, dovrà consegnare la documentazione di conformità del grasso utilizzato.

Linee a 132 kV
 Conduttore in Alluminio - Acciaio \varnothing 31,5 mm
 Capacita' di trasporto

Nella seguente tabella sono riportati i valori di corrente in servizio normale del conduttore in Alluminio - Acciaio di diametro 31,5 mm. Tali valori sono desunti attraverso l'applicazione dei criteri di calcolo contenuti nella Norma CEI 11-60 edizione Seconda del Giugno 2002 e riguardano la zona climatica B.

Tensione nominale della linea (kV)	Portata in corrente in servizio normale del conduttore (A)	
	Zona climatica B	
	Periodo C (maggio÷settembre)	Periodo F (ottobre÷aprile)
132	575	675
Portata con maggiorazione dei franchi come previsto al punto 3.3.3 della CEI11-60	n° 2 x 441 A = 882 A	

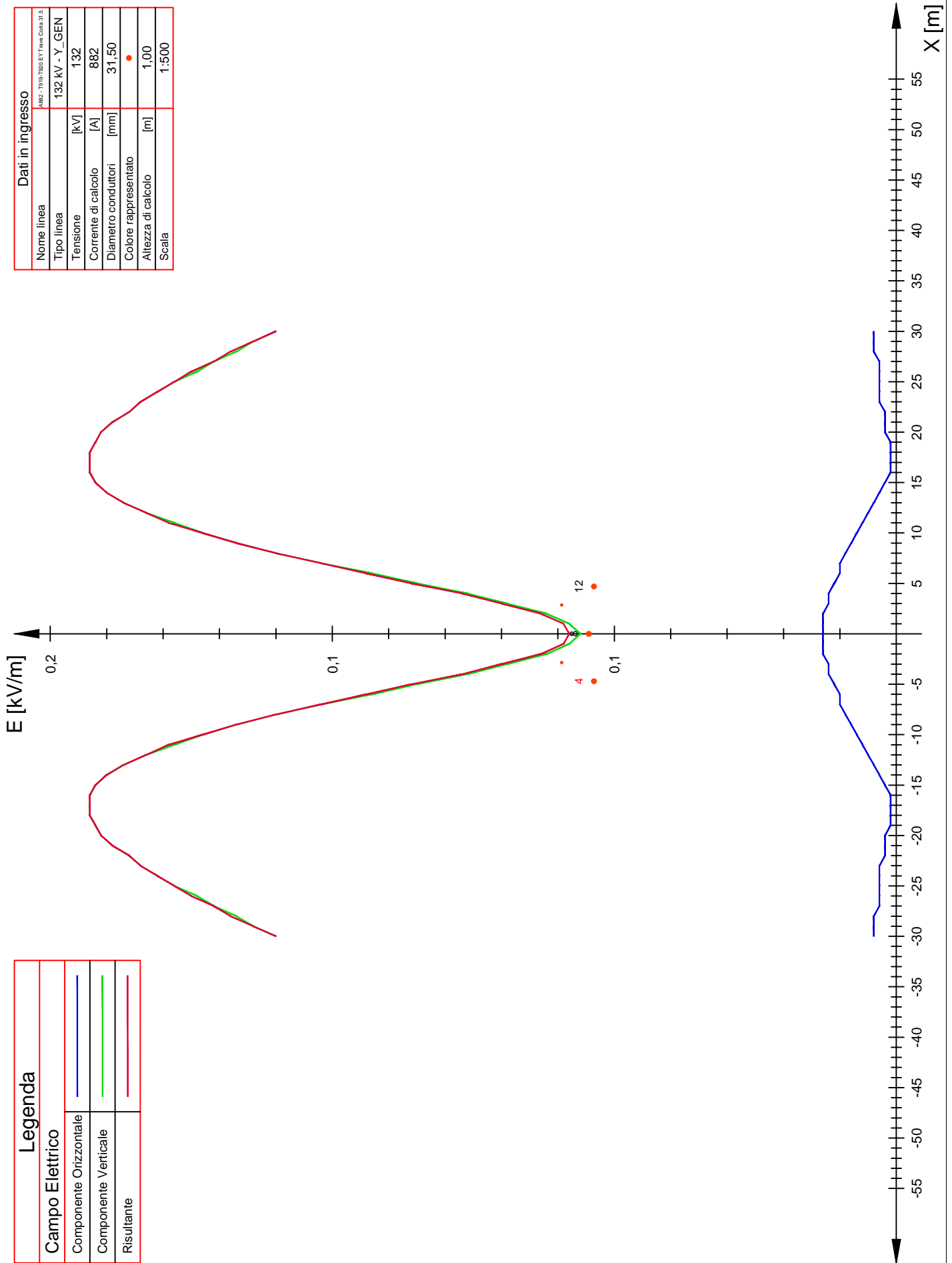
Nome Linea	T.919 - T.920
Tensione Linea [kV]	132 kV
Corrente di Calcolo [A]	882
Diametro Conduttori [mm]	31,50
Altezza di Calcolo [m]	1,00



NOTA:
 - Sezione indicativa in corrispondenza del sostegno;
 - Nelle successive tavole riguardanti le simulazioni dei campi E/M sono state riportate le posizioni dei conduttori nello spazio in dimensioni fuori scala.

Relazione del campo E/M
Diagramma del campo Elettrico al suolo
Sezione

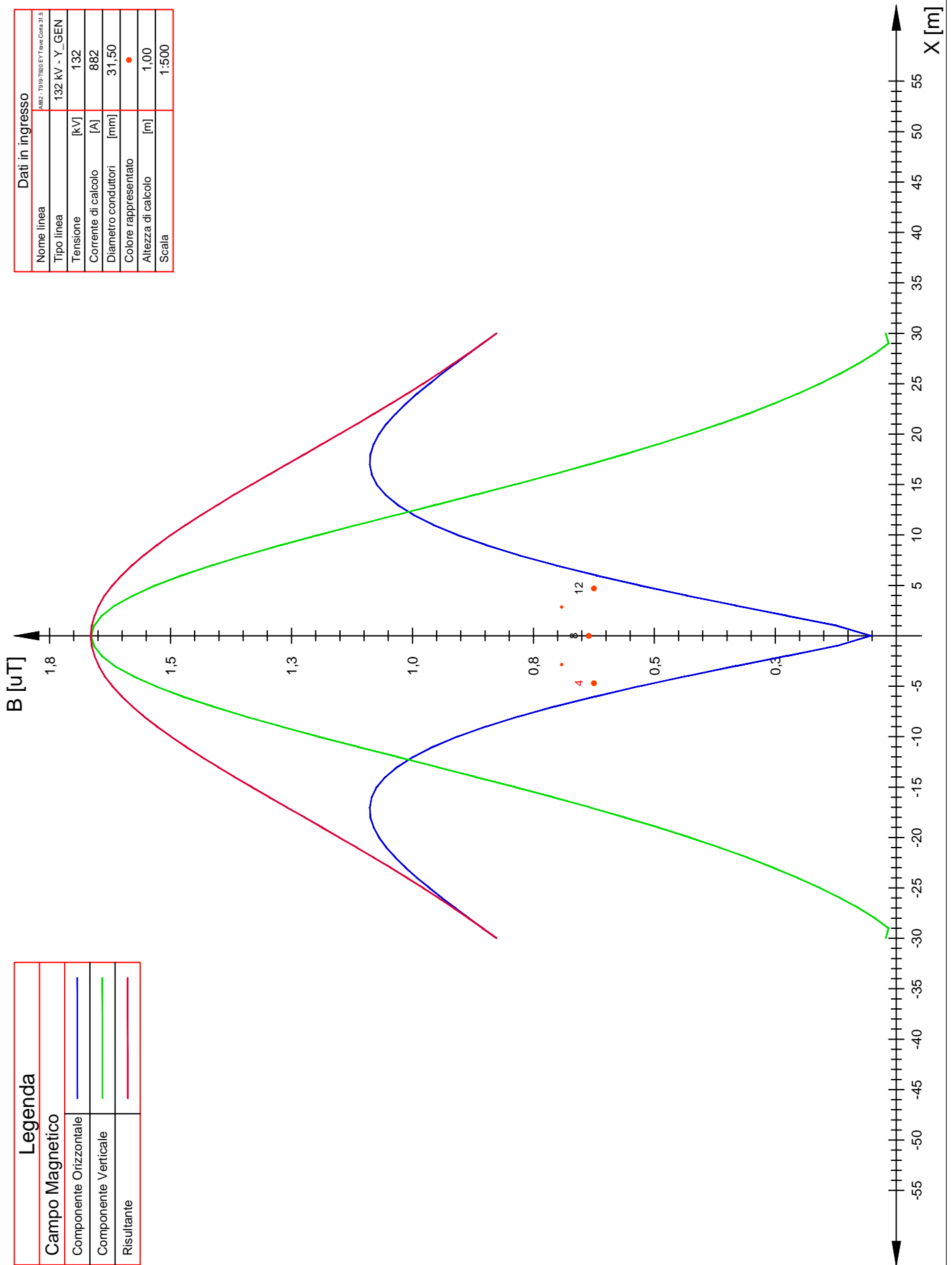
Dati in ingresso	
Nome linea	ABB - TP10-T100 ELY Fawc Costa 31,5
Tipo linea	132 kV - Y_GEN
Tensione	[kV] 132
Corrente di calcolo	[A] 882
Diametro conduttori	[mm] 31,50
Colore rappresentato	●
Altezza di calcolo	[m] 1,00
Scala	1:500



Legenda	
Campo Elettrico	
Componente Orizzontale	—
Componente Verticale	—
Risultante	—

Relazione del campo E/M
Diagramma dell'Induzione Magnetica al suolo
Sezione

Dati in ingresso	
Nome linea	ABB2 - 1919-T1000 EYT Fase Coda 31,5
Tipo linea	132 kV - Y_GEN
Tensione	[kV] 132
Corrente di calcolo	[A] 882
Diametro conduttori	[mm] 31,50
Colore rappresentato	●
Altezza di calcolo	[m] 1,00
Scala	1:500



Legenda	
Campo Magnetico	
Componente Orizzontale	—
Componente Verticale	—
Risultante	—

Relazione del campo E/M

Valori di campo Elettrico e Magnetico al suolo

Sezione

Dati in ingresso

Nome linea	A882 - T919-T920 EY Trave Corta 31.5	
Tipo linea	132 kV - Y_GEN	
Tensione [kV]	132	
Corrente di calcolo [A]	882	
Diametro conduttori [mm]	31,50	
Colore rappresentato	●	
Altezza di calcolo [m]	1,00	

Valori efficaci dei campi E/M calcolati e relativi al profilo laterale

Distanza [m]	E Orizzontale [kV/m]	E Verticale [kV/m]	E Risultante [kV/m]	B Orizzontale [uT]	B Verticale [uT]	B Risultante [uT]
-30,0	0,004	0,110	0,110	0,826	0,022	0,826
-29,0	0,004	0,114	0,114	0,855	0,016	0,855
-28,0	0,004	0,117	0,118	0,883	0,044	0,884
-27,0	0,003	0,121	0,121	0,911	0,078	0,915
-26,0	0,003	0,124	0,125	0,939	0,116	0,946
-25,0	0,003	0,128	0,128	0,965	0,158	0,978
-24,0	0,003	0,131	0,131	0,991	0,204	1,011
-23,0	0,003	0,134	0,134	1,014	0,254	1,045
-22,0	0,002	0,136	0,136	1,035	0,307	1,080
-21,0	0,002	0,139	0,139	1,054	0,365	1,115
-20,0	0,002	0,141	0,141	1,069	0,427	1,151
-19,0	0,001	0,142	0,142	1,080	0,492	1,187
-18,0	0,001	0,143	0,143	1,087	0,562	1,223
-17,0	0,001	0,143	0,143	1,088	0,634	1,260
-16,0	0,001	0,143	0,143	1,084	0,710	1,296
-15,0	0,002	0,142	0,142	1,074	0,788	1,332
-14,0	0,003	0,140	0,140	1,056	0,869	1,368
-13,0	0,004	0,137	0,137	1,031	0,950	1,402
-12,0	0,005	0,133	0,133	0,998	1,032	1,436
-11,0	0,006	0,128	0,129	0,957	1,114	1,468
-10,0	0,007	0,123	0,123	0,907	1,194	1,499
-9,0	0,008	0,117	0,117	0,848	1,271	1,528
-8,0	0,009	0,110	0,110	0,781	1,345	1,555
-7,0	0,010	0,102	0,102	0,705	1,413	1,579
-6,0	0,010	0,093	0,094	0,621	1,476	1,601
-5,0	0,011	0,085	0,086	0,531	1,531	1,620
-4,0	0,012	0,076	0,077	0,434	1,577	1,636
-3,0	0,012	0,069	0,070	0,332	1,615	1,648
-2,0	0,013	0,062	0,063	0,227	1,642	1,657
-1,0	0,013	0,058	0,059	0,123	1,658	1,663
0,0	0,013	0,056	0,058	0,053	1,664	1,665

Relazione del campo E/M

Valori di campo Elettrico e Magnetico al suolo

Sezione

Dati in ingresso

Nome linea	A882 - T919-T920 EY Trave Corta 31.5	
Tipo linea	132 kV - Y_GEN	
Tensione [kV]	132	
Corrente di calcolo [A]	882	
Diametro conduttori [mm]	31,50	
Colore rappresentato	●	
Altezza di calcolo [m]	1,00	

Valori efficaci dei campi E/M calcolati e relativi al profilo laterale

Distanza [m]	E Orizzontale [kV/m]	E Verticale [kV/m]	E Risultante [kV/m]	B Orizzontale [uT]	B Verticale [uT]	B Risultante [uT]
0,0	0,013	0,056	0,058	0,053	1,664	1,665
1,0	0,013	0,058	0,059	0,123	1,658	1,663
2,0	0,013	0,062	0,063	0,227	1,642	1,657
3,0	0,012	0,069	0,070	0,332	1,615	1,648
4,0	0,012	0,076	0,077	0,434	1,577	1,636
5,0	0,011	0,085	0,086	0,531	1,531	1,620
6,0	0,010	0,093	0,094	0,621	1,476	1,601
7,0	0,010	0,102	0,102	0,705	1,413	1,579
8,0	0,009	0,110	0,110	0,781	1,345	1,555
9,0	0,008	0,117	0,117	0,848	1,271	1,528
10,0	0,007	0,123	0,123	0,907	1,194	1,499
11,0	0,006	0,128	0,129	0,957	1,114	1,468
12,0	0,005	0,133	0,133	0,998	1,032	1,436
13,0	0,004	0,137	0,137	1,031	0,950	1,402
14,0	0,003	0,140	0,140	1,056	0,869	1,368
15,0	0,002	0,142	0,142	1,074	0,788	1,332
16,0	0,001	0,143	0,143	1,084	0,710	1,296
17,0	0,001	0,143	0,143	1,088	0,634	1,260
18,0	0,001	0,143	0,143	1,087	0,562	1,223
19,0	0,001	0,142	0,142	1,080	0,492	1,187
20,0	0,002	0,141	0,141	1,069	0,427	1,151
21,0	0,002	0,139	0,139	1,054	0,365	1,115
22,0	0,002	0,136	0,136	1,035	0,307	1,080
23,0	0,003	0,134	0,134	1,014	0,254	1,045
24,0	0,003	0,131	0,131	0,991	0,204	1,011
25,0	0,003	0,128	0,128	0,965	0,158	0,978
26,0	0,003	0,124	0,125	0,939	0,116	0,946
27,0	0,003	0,121	0,121	0,911	0,078	0,915
28,0	0,004	0,117	0,118	0,883	0,044	0,884
29,0	0,004	0,114	0,114	0,855	0,016	0,855
30,0	0,004	0,110	0,110	0,826	0,022	0,826

Relazione del campo E/M

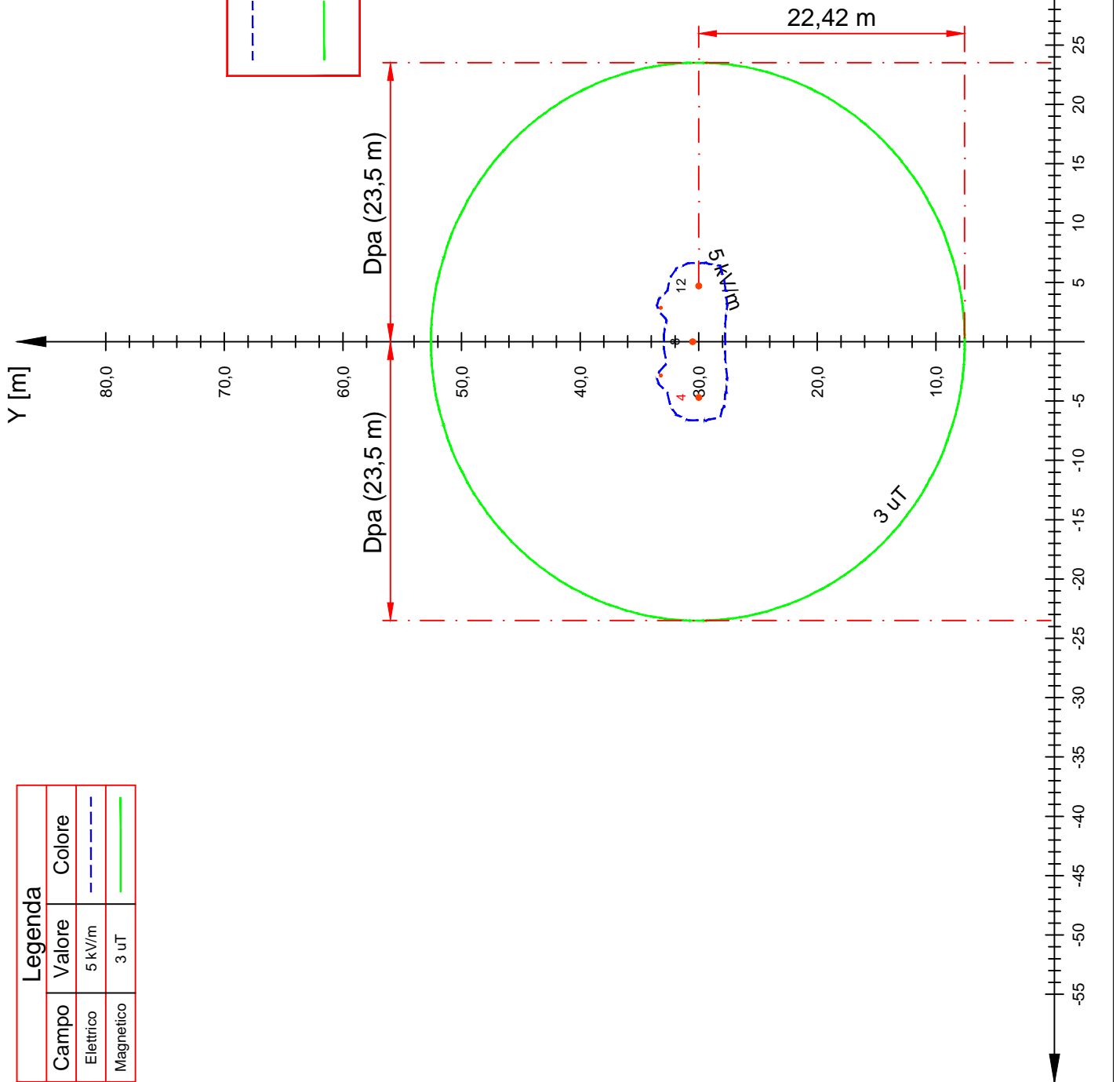
Curve di isolivello del Campo Elettrico

Sezione

Dati in ingresso	
Nome linea	AB02 - 1910-T020 E/T Fase Coda 31,5
Tipo linea	132 kV - Y_GEN
Tensione	[kV] 132
Corrente di calcolo	[A] 882
Diametro conduttori	[mm] 31,50
Colore rappresentato	●
Altezza di calcolo	[m] 1,00
Scala	1:500

--- Curva di isolivello di campo elettrico 5 kV/m
 Limite di esposizione previsto dall' Art. 3 del DPCM 8 luglio 2003

--- Curva di isolivello di campo magnetico 3 μT
 Valore obiettivo di qualità previsto dall' Art. 4 del DPCM 8 luglio 2003



Legenda		
Campo	Valore	Colore
Elettrico	5 kV/m	---
Magnetico	3 uT	---