

**RELAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI**

**Valutazioni sui valori di induzione magnetica e campo elettrico generati dagli elettrodotti per ottemperanza condizione ambientale 1.1 parere CT VIA n.381 del 09 gennaio 2023**

**Razionalizzazione della rete elettrica nazionale A.T. 132kV  
nell'area di Reggio Emilia**



REVISIONI	N.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
	00	18/12/2023	Emissione per ottemperanza condizione ambientale 1.1 parere CT VIA n.381 del 09 gennaio 2023	Cecon E. SVP-PRA-NE	Caneva M. SVP-PRA-NE	Simeone L. SVP-PRA

CODIFICA ELABORATO	 T E R N A   G R O U P
<b>RU0000006B3108502</b>	

## INDICE

1	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI .....	3
1.1	SINTESI NORMATIVA.....	3
1.2	FASCE DI RISPETTO .....	5
2	CALCOLO DI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....	6
2.1	ELETTRODOTTI IN CAVO INTERRATO.....	6
2.1.1	Campo magnetico e distanza di prima approssimazione (DPA) .....	7
2.1.2	Campo elettrico .....	12
2.2	ELETTRODOTTI AEREI.....	13
2.2.1	Campo magnetico e distanza di prima approssimazione (DPA) .....	14
2.2.2	Campo elettrico .....	16
3	CONCLUSIONI .....	17
4	ALLEGATI .....	18

# 1 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

## 1.1 SINTESI NORMATIVA

Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti) ed aggiornate nel dicembre 2010 nel metodo e nei limiti indicati (oggi meno restrittivi per il campo magnetico).

Il 12/07/99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP del 1998. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato all'UE di continuare ad adottare tali linee guida.

Lo Stato italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz.

L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:

- *limite di esposizione* il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti;
- *valore di attenzione*, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine;
- *obiettivo di qualità*, come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione.

La legge quadro 36/2001, come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12/07/99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP. Tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della UE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.

In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato infatti emanato il D.P.C.M. 08/07/2003 "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.", che ha fissato i seguenti valori:

 <p>Terna Rete Italia T E R N A G R O U P</p>	<p align="center"><b>RELAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</b></p> <p align="center">Razionalizzazione della rete elettrica nazionale A.T. 132kV nell'area di Reggio Emilia</p>	<p>Codifica Elaborato:</p> <p align="center">RU0000006B3108502</p> <p>Rev. 00      Data 18/12/2023</p>
---	---	--

Limite di esposizione

Tale limite, inteso come valore efficace, e pari a:

- 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica;
- 5 kV/m per il campo elettrico;

non deve essere mai superato.

Obiettivo di qualità

Tale valore, inteso come valore efficace, e pari a:

- 3  $\mu$ T per l'induzione magnetica;

è da considerare nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici e luoghi adibiti a permanenza non inferiori a quattro ore, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz.

Fascia di rispetto

Per "fascia di rispetto" si intende lo spazio circostante un elettrodotto che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da una induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

La Legge 22/02/2001, n°36 "*Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici*", stabilisce che lo Stato esercita le funzioni relative:

*"... alla determinazione dei parametri per la previsione di fasce di rispetto per gli elettrodotti; all'interno di tali fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario ovvero ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore".*

Il decreto attuativo della Legge n°36, DPCM 08/07/2003, stabilisce all'Art. 6-Parametri per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti:

*".. Per la determinazione delle fasce di rispetto si dovrà fare riferimento all'obiettivo di qualità 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 autorità competenti".*

La norma CEI 106-11 "*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*" fornisce una metodologia generale per il calcolo dell'ampiezza delle fasce di rispetto degli elettrodotti, in riferimento all'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T e alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto dichiarata dal gestore.

Tale metodologia è stata definitivamente approvata dal Decreto del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare del 29/05/2008, "*Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti*".

Dopo alcuni mesi dalla pubblicazione di questi decreti si è reso necessario il chiarimento di alcuni aspetti. A tale scopo l'ISPRA (ex APAT) Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale, ha istituito dei tavoli tecnici che hanno elaborato un documento ("*Disposizioni Integrative/Interpretative - Vers. 7.4*") con l'obiettivo di andare incontro a tale necessità, fornendo alcune delucidazioni e suggerimenti sugli aspetti normativi ed applicativi.

È stato altresì esplicitamente chiarito che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali e ancora più bassi se si considera il raffronto con le nuove Linee Guida ICNIRP.

Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius.

## 1.2 FASCE DI RISPETTO

Per "**fasce di rispetto**" si intendono quelle definite dalla Legge Quadro del 22 febbraio 2001 n° 36, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.

Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti; tale metodologia prevede che il gestore dell'elettrodotto debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come "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".

## 2 CALCOLO DI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Una linea elettrica durante il suo normale funzionamento genera un campo elettrico ed 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.

### 2.1 ELETTRODOTTI IN CAVO INTERRATO

Per quanto concerne gli elettrodotti in cavo interrato, le valutazioni riportate riguardano le seguenti configurazioni di progetto:

- Configurazione 1A: Elettrodotto in cavo interrato a 132 kV posato in tubiera
- Configurazione 1B: Elettrodotto in cavo interrato a 132 kV; schema di posa in corrispondenza della camera di giunzione (buca giunti);

Di seguito sono riscontrabili gli schemi delle configurazioni di posa sopra elencati:

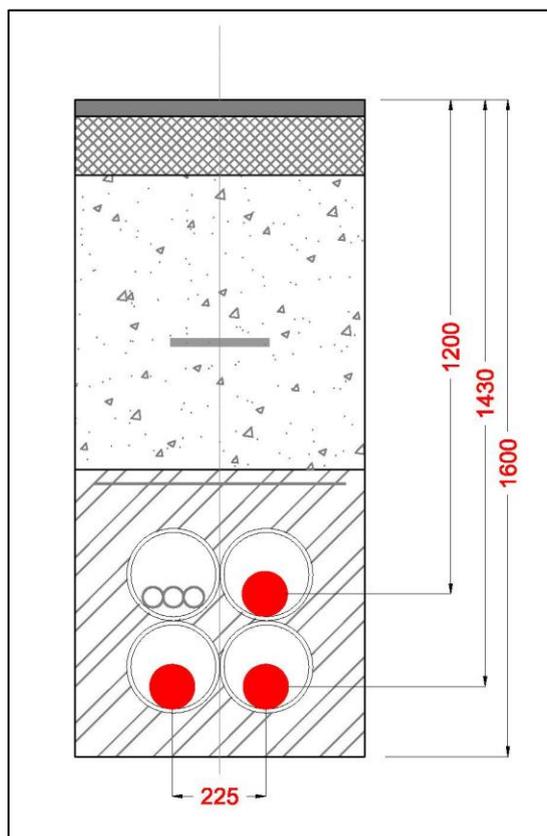


Figura 1 - Configurazione 1A: Elettrodotto in cavo interrato a 132 kV posato in tubiera

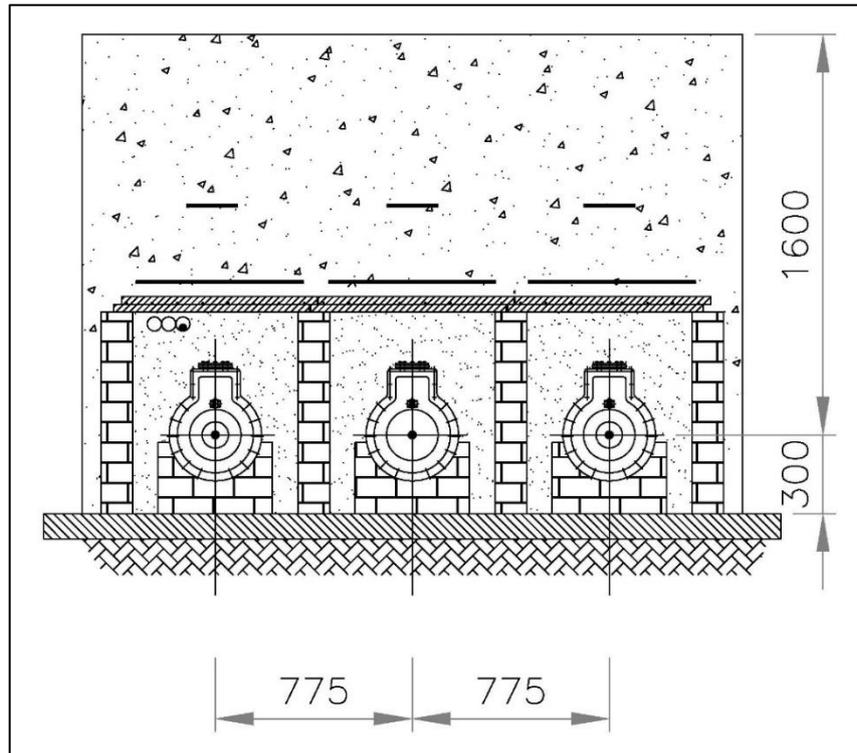


Figura 2 - Configurazione 1B: Elettrodotto in cavo interrato a 132 kV; schema di posa in corrispondenza della camera di giunzione

### 2.1.1 Campo magnetico e distanza di prima approssimazione (DPA)

Per il calcolo sono stati utilizzati i software WinEDT Vers 8.6 ed EmfTools Vers 4.2.2, sviluppati rispettivamente da SE.DI.COM. S.r.l. e CESI, in aderenza alle Norme CEI 106-11 e 211-4 e in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Per le linee in cavo interrato la corrente da utilizzare nel calcolo è la portata in regime permanente così come definita nella norma CEI 11-17: in particolare per ciascuno degli interventi in oggetto viene utilizzata una terna di cavi unipolari con conduttore in alluminio o rame di sezione adeguata, con isolamento in XLPE, per il quale si è considerata una corrente di calcolo pari a 1000 A (portata tipica dei collegamenti in cavo a 132kV).

Nelle figure di seguito riportate sono riscontrabili le curve isolivello, calcolate a 3  $\mu$ T, che determinano le ampiezze delle DPA relative alle varie configurazioni di posa dei cavi previste dal progetto.

Inoltre, per ogni configurazione di posa di cui sopra, vengono riportate le curve dei valori del campo magnetico calcolato all'altezza del suolo lungo una sezione trasversale al tracciato del cavo.

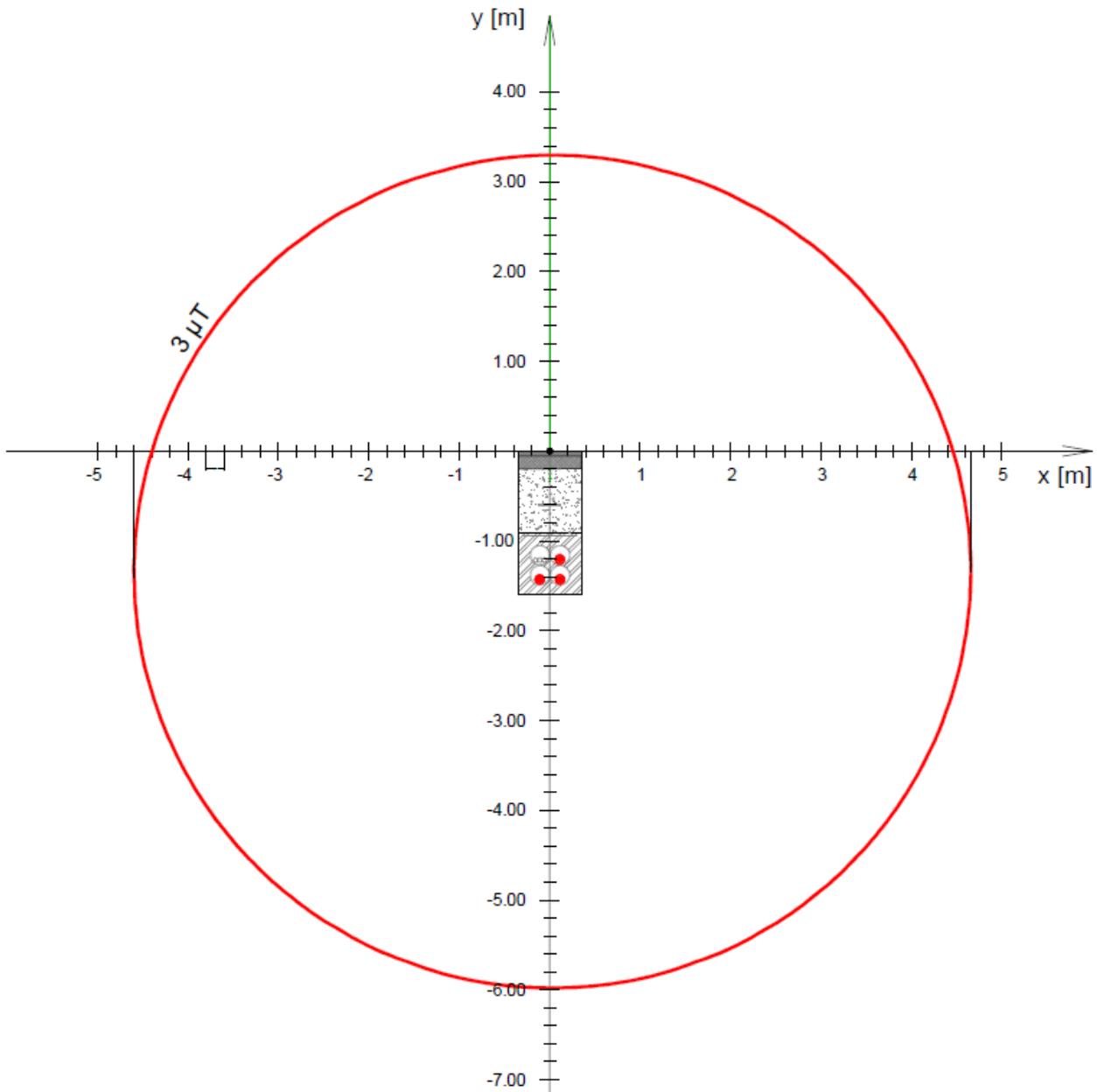


Figura 3 – Configurazione 1A (posa in tubiera) DPA di ampiezza 4,65 m per parte dall'asse linea

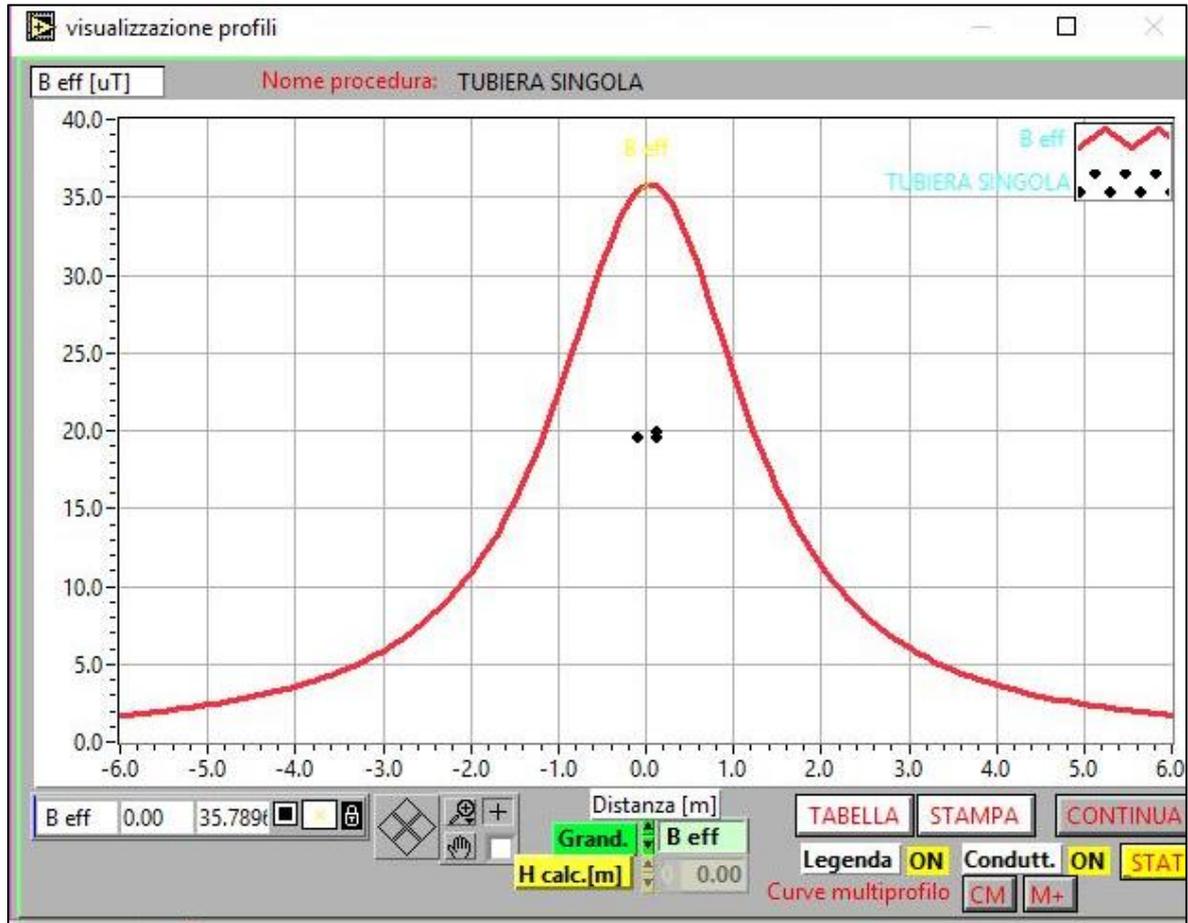


Figura 4 – Configurazione 1A (posa in tubiera) Campo di induzione magnetico a 1 m dal suolo

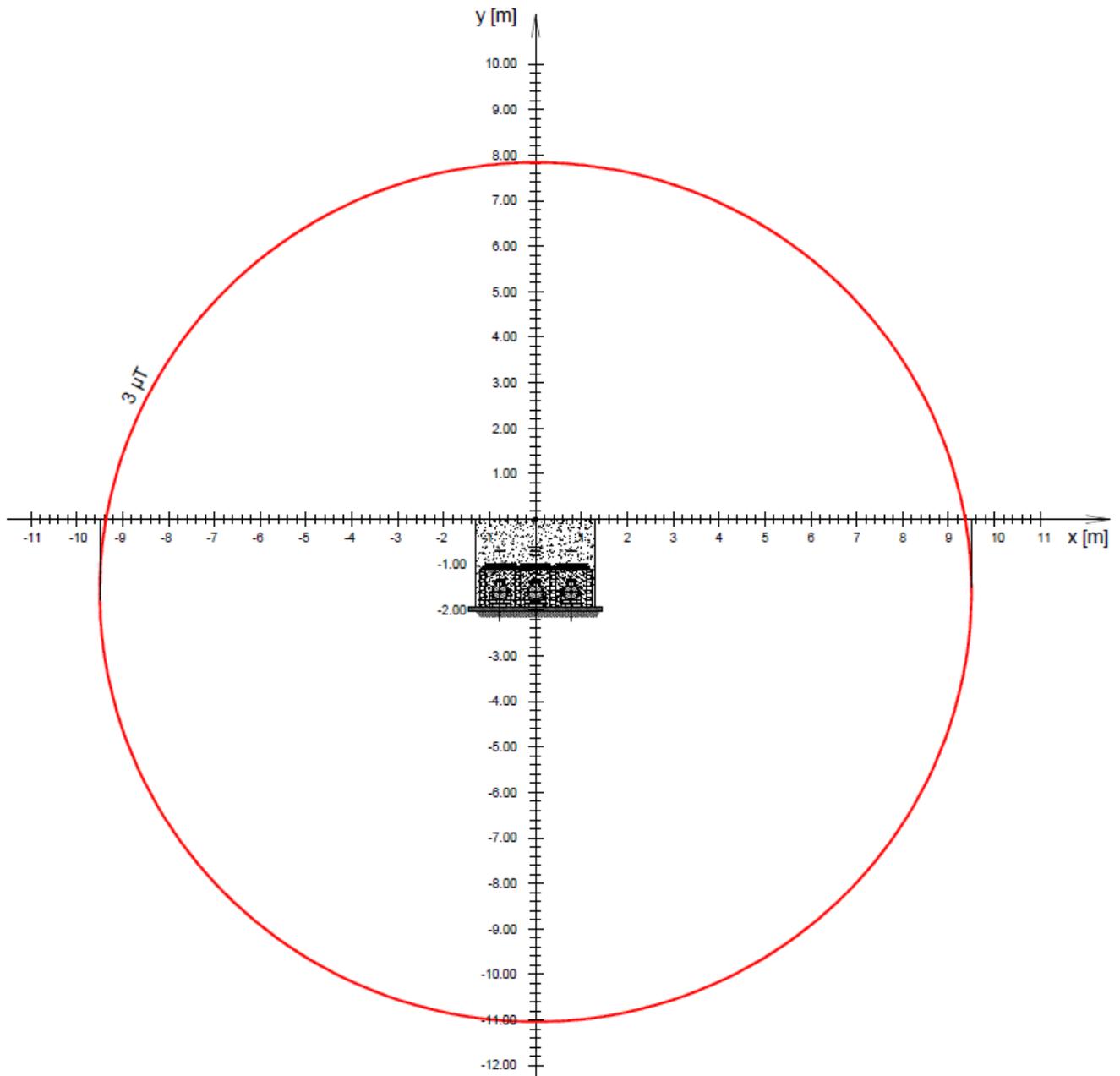


Figura 5 – Configurazione 1B (camera di giunzione) DPA di ampiezza 9,50 m per parte dall'asse linea

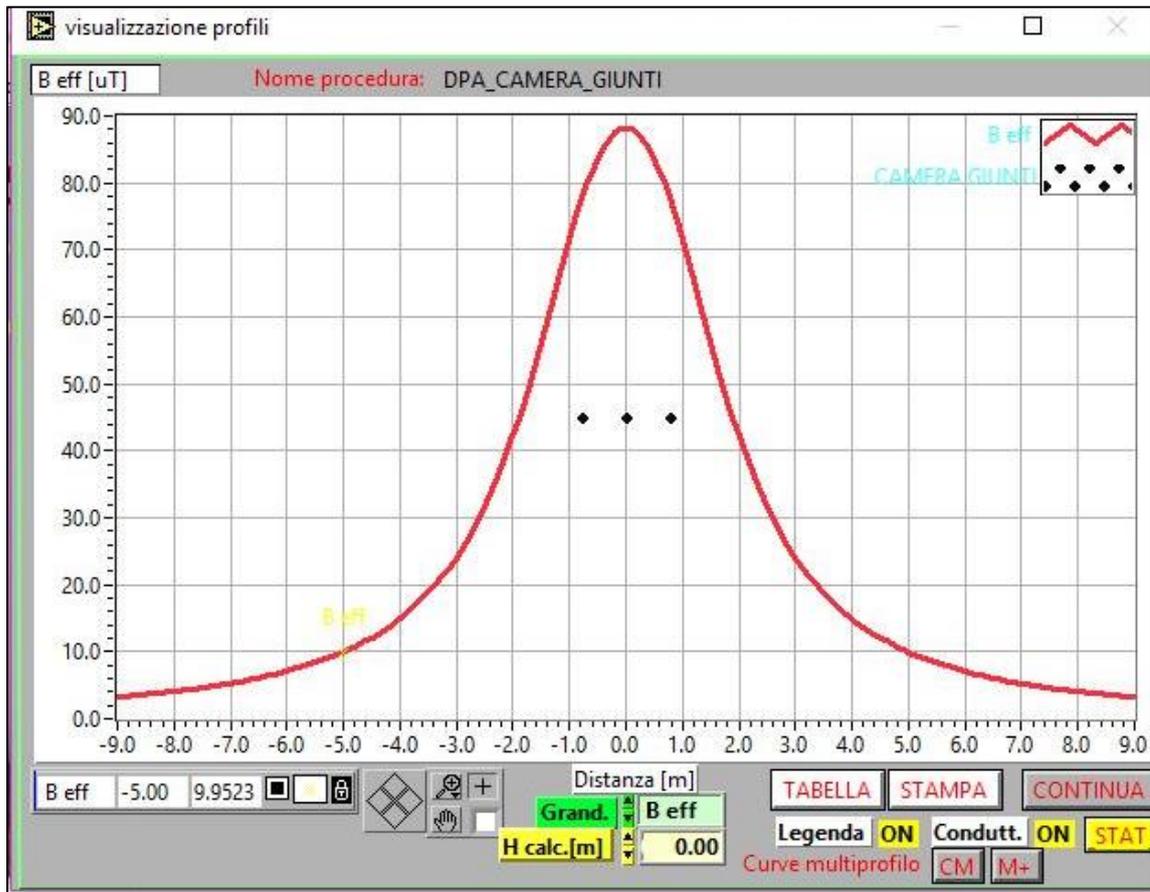


Figura 6 – Configurazione 1B (camera di giunzione) Campo di induzione magnetico a 1 m dal suolo

Come si vede i valori del campo di induzione magnetica sono sempre inferiori al limite di esposizione di  $100 \mu\text{T}$  imposto dalla normativa.

Per la posa in tubiera si ha una DPA con ampiezza 4,65 m per parte dall'asse linea mentre con la configurazione in corrispondenza della camera di giunzione la DPA ha ampiezza 9,50 m per parte dall'asse linea.

Poiché l'esatta posizione delle giunzioni dei cavi verrà determinata in sede di progetto esecutivo, a maggior garanzia del rispetto dei limiti di qualità, si è scelto di riportare lungo la gran parte dell'estensione dei tracciati, la DPA avente ampiezza maggiore, ovvero corrispondente alla posa in "buca giunti". Tale scelta risulta estremamente cautelativa poiché le buche giunti saranno realizzate ogni 650 – 850 m e, solo in quei punti, la DPA avrà effettivamente l'ampiezza indicata. Fanno eccezione alcuni brevi tratti, i quali essendo più prossimi ai recettori non saranno previste giunzioni dei cavi e quindi la DPA riportata è quella determinata con la disposizione dei cavi in tubiera effettivamente utilizzata.

Nel caso non vi fossero alternative al posizionamento delle giunzioni nei tratti citati, verranno adottati opportuni accorgimenti (canalette schermanti, cassoni schermanti o loop passivi) in modo da diminuire l'ampiezza della DPA e, pertanto, rispettare i limiti attesi dalla normativa.

 <p>Terna Rete Italia T E R N A G R O U P</p>	<p align="center"><b>RELAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</b></p> <p align="center">Razionalizzazione della rete elettrica nazionale A.T. 132kV nell'area di Reggio Emilia</p>	<p>Codifica Elaborato: RU0000006B3108502 Rev. 00      Data 18/12/2023</p>
---	---	---

In base agli allegati elaborati cartografici riportanti le DPA calcolate, lungo il tracciato di posa dei cavidotti in progetto non risultano interessati recettori sensibili, a conferma del **pieno rispetto dell'obiettivo di qualità** dettato dal DPCM dell'8 luglio 2003.

Si precisa infine che in sede di progettazione esecutiva, sulla base delle effettive modalità di posa e dell'effettiva posizione delle buche giunti, si procederà al ricalcolo dei CEM e all'aggiornamento delle relative planimetrie di dettaglio, garantendo il rispetto dell'obiettivo di qualità nei confronti dei recettori sensibili definiti dal DPCM 8 luglio 2003. Infine, dopo la realizzazione dell'opera, si procederà alla eventuale ridefinizione della distanza di prima approssimazione conformemente al "come costruito".

### **2.1.2 Campo elettrico**

Il campo elettrico generato da una linea in cavo interrato provvisto di schermo metallico (come quelli impiegati) è nullo al di fuori dello schermo stesso.

## 2.2 ELETTRODOTTI AEREI

Per il calcolo sono stati utilizzati i software WinEDT Vers 8.6 ed EmfTools Vers 4.2.2, sviluppati rispettivamente da SE.DI.COM. S.r.l. e CESI, in aderenza alle Norme CEI 106-11 e 211-4 e in conformità alla norma CEI 211-4, in accordo a quanto disposto dal D.P.C.M. 08/07/2003.

Per il calcolo delle intensità del campo elettrico si è considerata un'altezza dei conduttori dal suolo pari a 7 m, corrispondente all'arrotondamento per eccesso di quella minima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991; tale ipotesi è conservativa in quanto la loro altezza sarà, per scelta progettuale, sempre maggiore di tale valore. Inoltre, i conduttori saranno ancorati ai sostegni come da disegno schematico riportato nella figura seguente; tra due sostegni consecutivi il conduttore si disporrà secondo una catenaria, per cui la sua altezza dal suolo sarà sempre maggiore del valore preso a riferimento, tranne che nel punto di vertice della catenaria stessa, pertanto, anche per tale ragione, l'ipotesi di calcolo assunta risulta conservativa.

Non potendosi determinare un valore storico di corrente per un nuovo elettrodotto, nelle simulazioni, a misura di maggior cautela, conformemente al disposto del D.P.C.M. 08/07/2003 e del Decreto 29 maggio 2008, si fa riferimento alla corrente in servizio normale definita dalla norma CEI 11-60 per il periodo freddo per il conduttore in esame.

Tensione nominale (kV)	Periodo caldo (A)	Periodo Freddo (A)
132	575	675

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, il D.M. 29 Maggio 2008 prevede che il gestore debba calcolare la distanza di prima approssimazione, definita come "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 della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto".

Le valutazioni riportate riguardano la seguente configurazione di progetto e di seguito è riscontrabile lo schema della configurazioni di posa qui a seguito descritta:

- Configurazione 1A: Elettrodotto aereo a 132 kV in singola terna

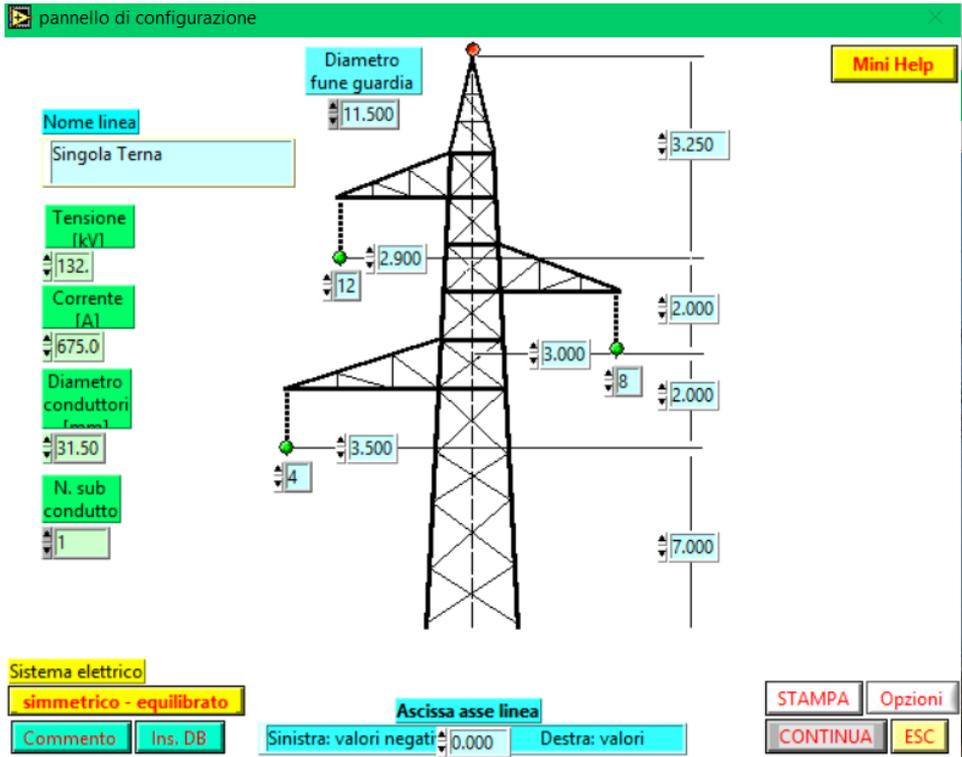


Figura 7 – Configurazione 1A (sostegno singola terna) per il calcolo del campo elettrico e magnetico

## 2.2.1 Campo magnetico e distanza di prima approssimazione (DPA)

Nelle figure di seguito riportate sono riscontrabili le curve isolivello, calcolate a  $3 \mu\text{T}$ , che determinano le ampiezze delle DPA relative alle configurazioni previste dal progetto ed i calcoli del campo d'induzione magnetica generato dalla linea 132 kV in singola e doppia terna, i cui valori esposti sono stati calcolati ad un'altezza di 1 m dal suolo.

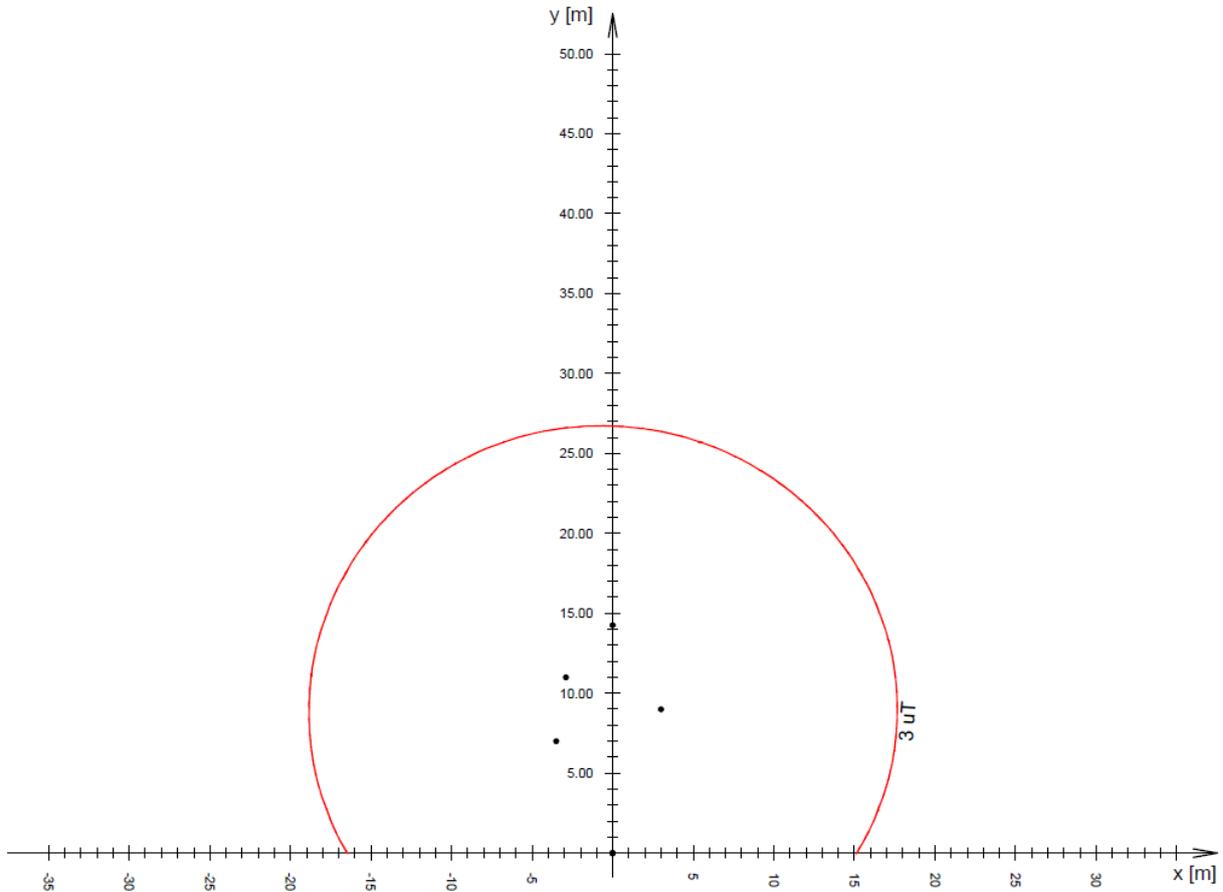


Figura 8 - Configurazione 1A (singola terna) DPA di ampiezza 18,8 m per parte dall'asse linea

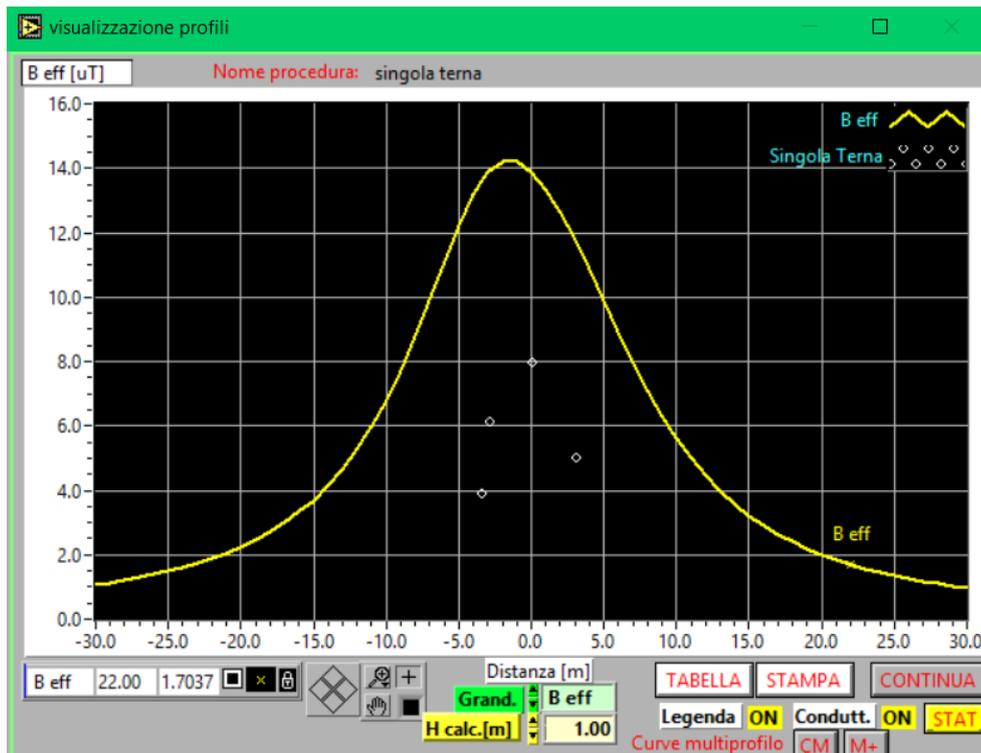


Figura 9 - Configurazione 1A (singola terna) Campo di induzione magnetico a 1 m dal suolo

Come si vede i valori del campo di induzione magnetica sono sempre inferiori al limite di esposizione di 100  $\mu$ T imposto dalla normativa.

Per la configurazione 1A in singola terna si ha una DPA con ampiezza 18,8 m per parte dall'asse linea.

Gli elaborati cartografici allegati riportano la rappresentazione della DPA in corrispondenza dei collegamenti da realizzare. Come riscontrabile, all'interno delle fasce determinate non rientrano recettori sensibili e, pertanto, **viene pienamente rispettato l'obiettivo di qualità** atteso dal DPCM dell'8 luglio 2003.

## 2.2.2 Campo elettrico

Nelle figure seguenti sono riportati i calcoli del campo elettrico generato dalla linea 132 kV in singola e doppia terna. I valori esposti sono stati calcolati ad un'altezza di 1 m dal suolo.  $\Delta$



Figura 10 - Configurazione 1A (singola terna) Campo elettrico espresso in kV/m (valori efficaci) a 1 m dal suolo

**Il valore del campo elettrico risulta sempre ampiamente inferiore al limite dei 5 kV/m attesi dalla normativa.**

### 3 CONCLUSIONI

L'applicazione del decreto ha permesso la definizione delle distanze ed aree di prima approssimazione all'interno delle quali sono stati individuati come recettori quegli edifici destinati a permanenza non inferiore a 4 ore/giorno, come definito nel D.P.C.M. 8 luglio 2003.

La verifica puntuale in corrispondenza dei recettori è stata analizzata attraverso la proiezione al suolo della fascia di rispetto ( $3 \mu\text{T}$ ) adottando i principi cautelativi illustrati nei capitoli precedenti; attraverso questa analisi è stato possibile determinare che l'obiettivo di qualità in corrispondenza dei recettori è sicuramente rispettato ricadendo, ricadendo gli stessi all'esterno di tale proiezione al suolo.

In conclusione, l'analisi effettuata ha permesso di evidenziare il **pieno rispetto dell'obiettivo di qualità dettato dal DPCM del 8 luglio 2003.**

È stato inoltre dimostrato il **rispetto del limite di esposizione per il campo elettrico**, così come fissato nel DPCM del 8 luglio 2003.

 <small>T E R N A G R O U P</small>	<b>RELAZIONE CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI</b> Razionalizzazione della rete elettrica nazionale A.T. 132kV nell'area di Reggio Emilia	Codifica Elaborato:
		RU0000006B3108502 Rev. 00      Data 18/12/2023

## 4 ALLEGATI

Gli elaborati indicati in tabella riportano, per ciascun intervento, la rappresentazione della DPA.

Descrizione intervento	Codifica elaborato
Planimetria con aree di prima approssimazione Verifica di ottemperanza condizione ambientale 1.1	DU0000006B3108259