



r\_emiro.Giunta - Prot. 14/11/2024.1262631.E Copia conforme dell'originale sottoscritto digitalmente da Saraceno Giovanni Antonio

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO GREENHUB 2 S.R.L. E OPERE DI CONNESSIONE

POTENZA IMPIANTO 18,29 MW - COMUNE DI BENTIVOGLIO (BO)

## Proponente



GREENHUB 2 S.R.L. , MILANO (MI) VIA GORANI 4, CAP 20123

## Progettazione



**TECNOSTUDIO**

Architettura & Management

**TECNOSTUDIO S.R.L. Arch. Diego Zanaica**

Via Aquileia, 56 - 35035 Mestrino (PD)  
tel.: +39 0499000684 - email: info@tecnostudio-pd.it  
PEC: tecnostudio@legalmail.com

Viale Bianca Maria, 9  
20122 Milano - Italia  
tel: +39 0242441616  
e mail: milano@tecnostudio-pd.it

## Collaboratori



**QUATTROE**

flexible engineering

**QUATTROE S.R.L. Ing. Luigi De Santi**

Via Primo Maggio, 12A - 35035 Mestrino (PD)  
cell.: 340 3309775 email: info@quattroe.eu

## Coordinamento progettuale



**SOLAR-IT s.r.l**

VIA ILARIA ALPI 4 - 46100 - MANTOVA (MN) - P.IVA: 02627240209 - PEC: solarit@lamiapec.it  
Tel.: +39 04251431056 - email: info@solaritglobal.com

## Titolo Elaborato

### RELAZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

LIVELLO PROGETTAZIONE	COD. ELABORATO	FILE NAME	DATA	SCALA
DEFINITIVO	REL27	-	11/11/24	

## Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	11/11/24		FB - GB - SC	EF	DZ



**COMUNE DI BENTIVOGLIO (BO)**  
**REGIONE EMILIA-ROMAGNA**



## 1 PREMESSA

L'attività consiste nel calcolo dei campi elettromagnetici generati da una linea elettrica MT a 30 kV e AT a 150 kV che costituisce la connessione dell'impianto fotovoltaico "Bentivoglio" da 18,4 MW in immissione e nel calcolo delle Distanze di Prima Approssimazione (DPA) ai sensi del Decreto Ministeriale 29 Maggio 2008 ("Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti").

## 2 CONTESTO NORMATIVO

Il quadro normativo di riferimento in fatto di protezione dalle esposizioni ai campi elettromagnetici è regolato dalla Legge Quadro n.36 del 22/02/2001 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" e dal successivo decreto attuativo D.P.C.M. 08/07/2003.

Nel 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", vengono fissati 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  $\mu$ T** per l'induzione magnetica e **5kV/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  $\mu$ 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  $\mu$ 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]*

L'obiettivo qualità da perseguire è pertanto quello di avere un valore di intensità di campo magnetico non superiore ai 3  $\mu$ T, come mediana dei valori, nell'arco delle 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio.

È stato esplicitamente chiarito che tali valori devono essere intesi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore, nelle normali condizioni di esercizio.

Si fa presente, a titolo di precisazione, che i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano sono rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.

Al riguardo è anche opportuno 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 suddetto D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi riferimento.

Nel corso delle valutazioni seguenti si farà pertanto riferimento ai valori soglia del campo di induzione magnetica fissati dalla normativa nazionale, in corrispondenza di tutti gli edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero destinati ad un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore ed, in particolare, all'obiettivo di qualità pari a 3  $\mu\text{T}$  per i nuovi elettrodotti in progetto.

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui la corrente che fluisce nelle linee è pari alla portata massima delle medesime: si noti che tale considerazione è a favore della sicurezza, poiché le correnti di esercizio sono notevolmente inferiori.

### **3 METODOLOGIA DI CALCOLO**

La metodologia di calcolo seguita è quella suggerita dal DM 29.05.2008.

In particolare è stato applicato il "procedimento semplificato", così come descritto nel D.M. 29.05.2008. Tale procedimento prevede il calcolo della "fascia di rispetto", così come definita nello stesso D.M. 29.05.2008, e la proiezione verticale a terra della stessa, individuando così una distanza dall'asse linea denominata "distanza di prima approssimazione, DPA".

Le fasce di rispetto sono state calcolate mediante l'utilizzo di un software appositamente elaborato che si basa su un modello bidimensionale ed operante nel rispetto della Norma CEI 211-4. Il software è in grado di fornire risultati esatti, anche in presenza di più linee elettriche di diversa natura, con qualunque posizione reciproca e con qualunque sfasamento reciproco fra le varie terne di correnti contemporaneamente presenti.

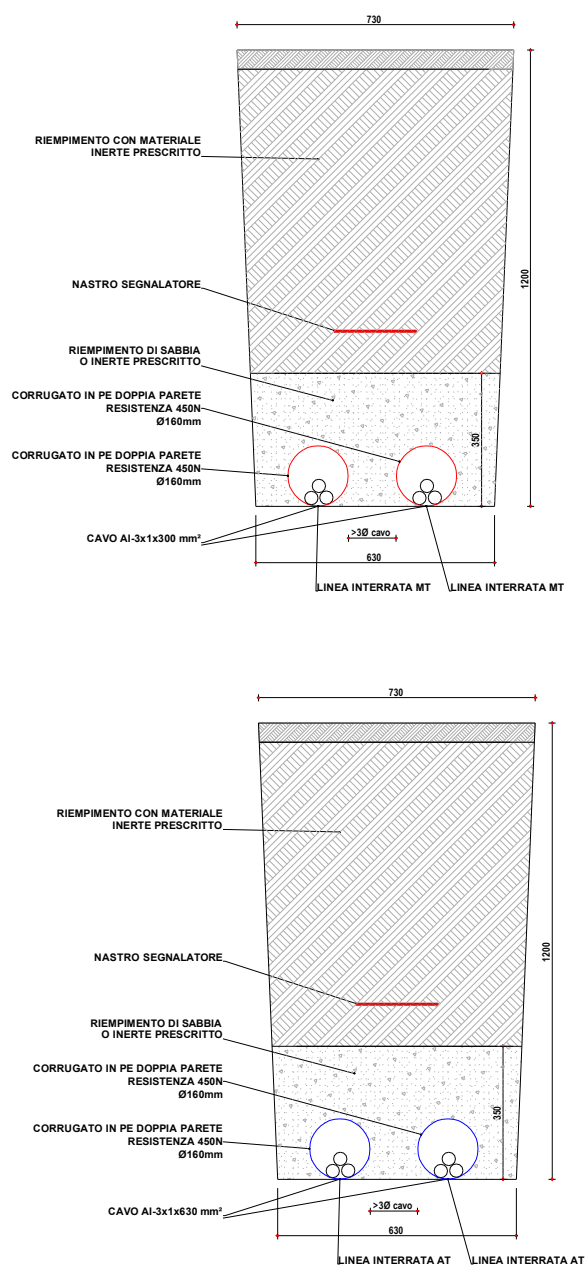
#### **3.1 Correnti e geometrie considerate per il calcolo**

Per il calcolo dei campi elettromagnetici generati dalle linee in cavo interrato, sono state considerate le portate di corrente di ciascun cavo interrato, senza correzioni per la particolare sezione di posa. Si noti che questa assunzione è assolutamente a favore della sicurezza perché l'effettiva portata sarà sicuramente minore e nel caso specifico addirittura le correnti di impiego sono molto minori rispetto alla portata delle linee.

In particolare per le linee MT sono state considerate due terne di cavi ARP1H5E 18/30 kV 3x1x300 mm<sup>2</sup> posati a trifoglio come mostrato nella figura seguente, mentre la corrente considerata nel calcolo per quanto sopra detto è pari a 417 A per ciascuna terna di cavi.

Per la linea di collegamento in AT a 132 kV, sono presenti due terne di cavi A2X(F)KLD2Y aventi sezione pari a 3x1x300 mm<sup>2</sup> posati a trifoglio, ma in questo caso solo una delle due terne sarà attiva, mentre l'altra costituisce una riserva "fredda" alla prima. La corrente di calcolo in questo

caso sarà pari a 465 A, ben superiore a quella effettiva circolante. La sezione di posa è riportata nella figura che segue.



## 4 CALCOLO DELL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO

Il campo magnetico è calcolato in funzione della potenza trasmessa (corrente) e della disposizione geometrica dei conduttori.

Per quanto riguarda le correnti di calcolo e le geometrie, vale quanto riportato nel precedente Capitolo 3.

#### 4.1 Risultati del calcolo del campo magnetico

Nel seguito sono riportati i risultati del calcolo dei valori dell'induzione magnetica calcolati con le condizioni di funzionamento descritte in precedenza.

Il calcolo è stato effettuato mediante l'ausilio di un apposito codice di calcolo che implementa la metodologia della norma CEI 211-4 e 106-11.

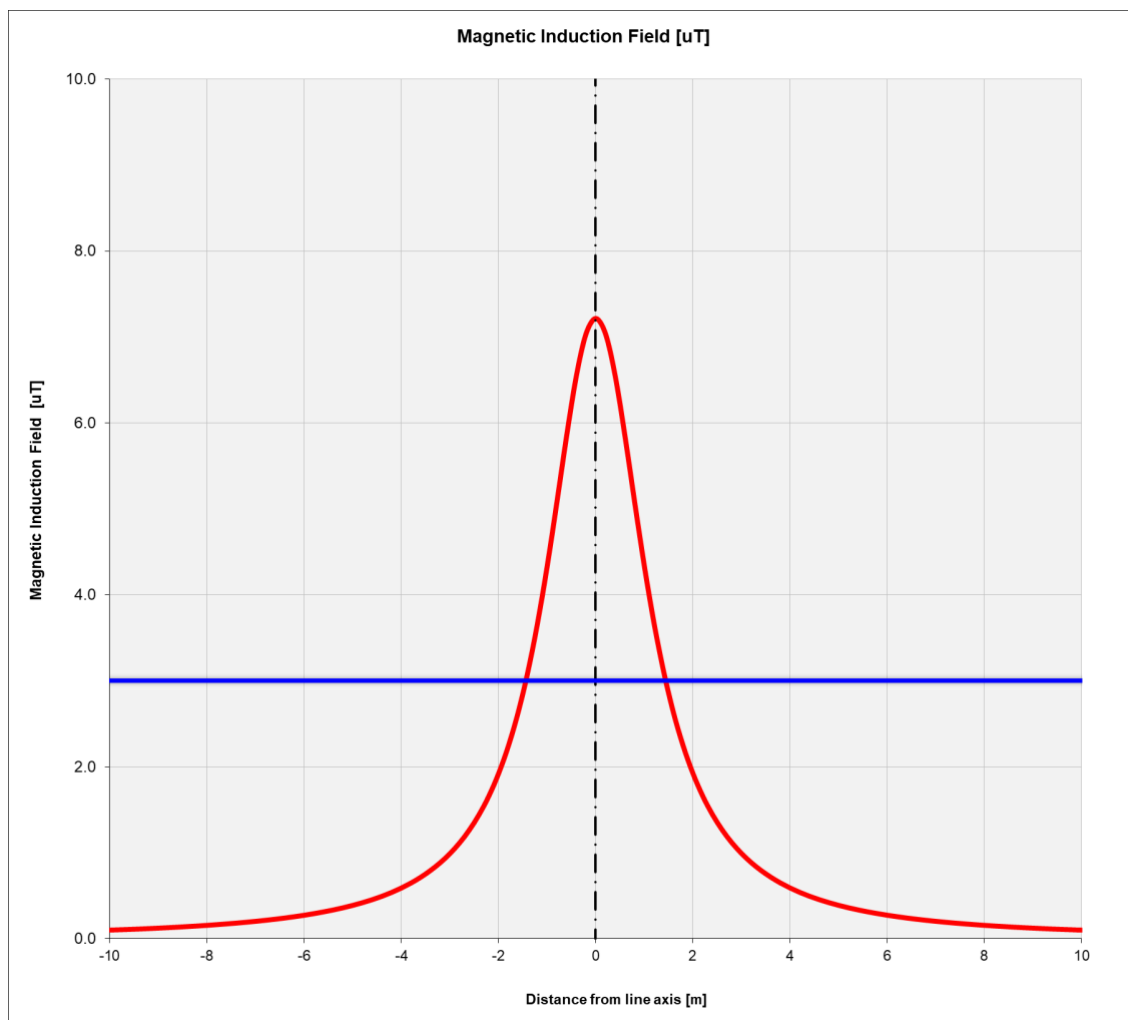


Fig.4.1 Andamento del campo di induzione magnetica, linea MT a 30 kV

Il grafico è stato calcolato per tutti i punti che si trovano al suolo.

Come si può osservare, il limite di 3  $\mu$ T non viene superato per i punti della superficie a distanza maggiore di 1,2 m dall'asse, lungo il percorso della linea interrata.

Nel seguito invece è rappresentata la situazione per la linea interrata in AT a 132 kV

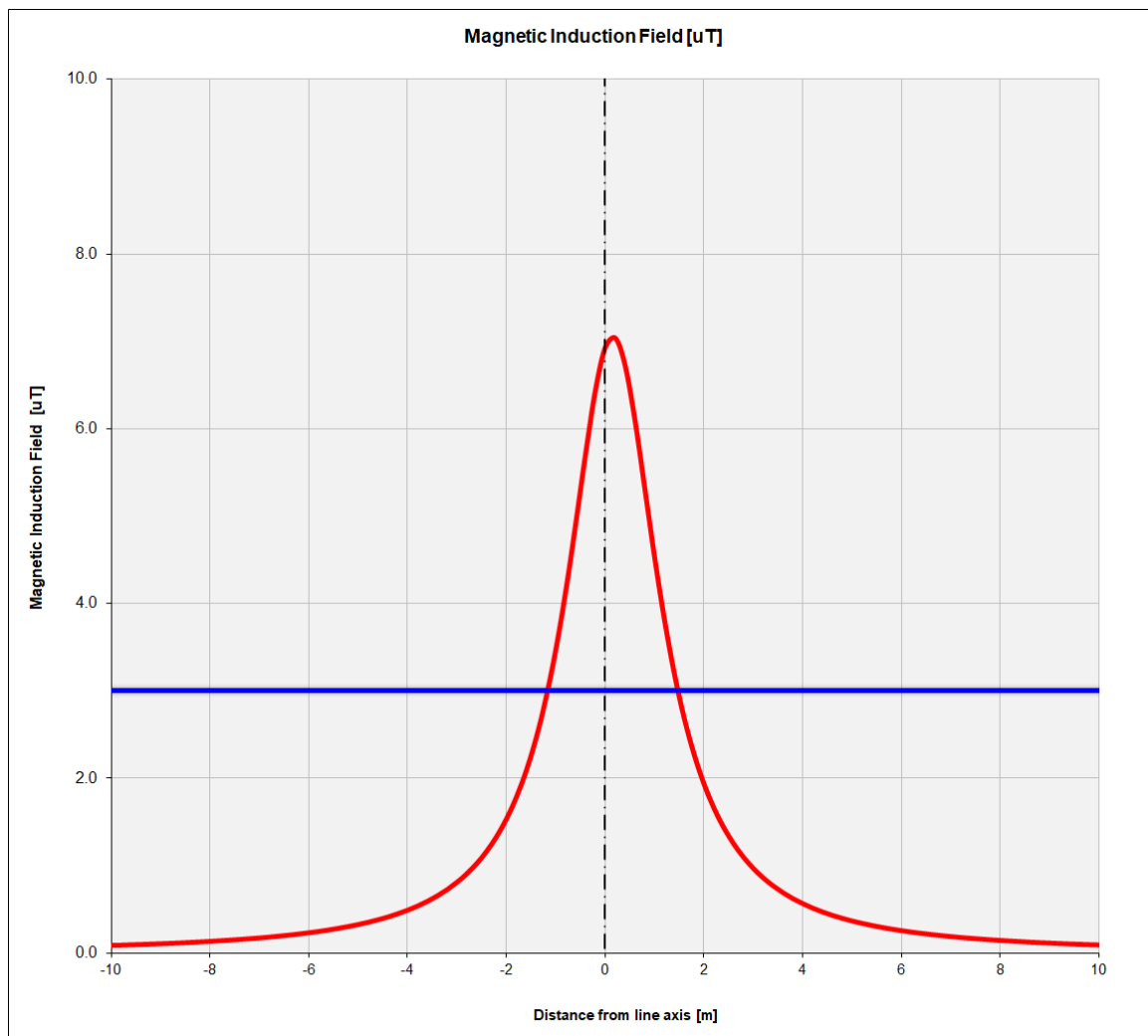


Fig.4.2 Andamento del campo di induzione magnetica, linea AT a 132 kV

Anche in questo caso il grafico è stato calcolato per tutti i punti che si trovano al suolo. Come si può osservare, il limite di  $3 \mu\text{T}$  non viene superato per i punti della superficie a distanza maggiore di 1,6 m dall'asse, lungo il percorso della linea interrata. Si noti che in questo caso il grafico è asimmetrico poiché solo una delle due terne di cavi come detto è interessata dal flusso di corrente.

## 4.2 Calcolo delle DPA

Secondo quanto riportato nel DM del MATTM del 29.05.2008, il calcolo della distanza di prima approssimazione può essere effettuato usando le formule della norma CEI 106-11, che prevedono l'applicazione dei modelli semplificati della norma CEI 211-4.

Pertanto, il calcolo della fascia di rispetto si può intendere in via cautelativa pari al raggio della circonferenza che rappresenta il luogo dei punti aventi induzione magnetica pari a  $3 \mu\text{T}$ , che è il valore di riferimento per le linee di nuova costruzione (obiettivo di qualità).

Nelle figure seguenti si riporta il risultato del calcolo di tale luogo di punti, per il tratto di linea considerato, evidenziando il valore della DPA calcolata sia a 10 sia a  $3 \mu\text{T}$ .

I valori di DPA calcolata sono rappresentati nella seguente Fig.4.3 e 4.4, rispettivamente per la linea MT e AT.

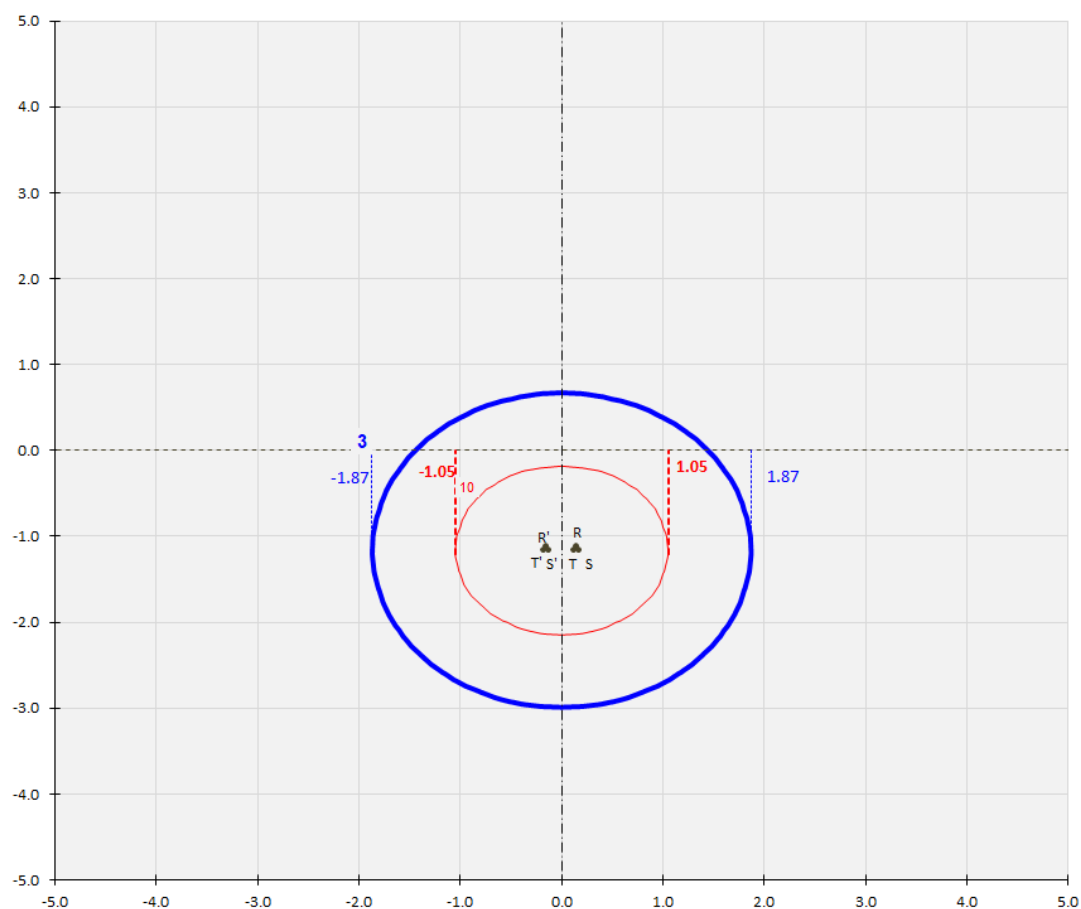


Fig.4.3 Calcolo della DPA, linea interrata a 30 kV (misure in m)

Osservando la figura si può concludere che il valore della DPA è pari a circa 1,9 m. Poiché la normativa prescrive che il valore della DPA venga arrotondato al metro superiore, si ottiene un valore della DPA pari a **2 m dall'asse della linea**.

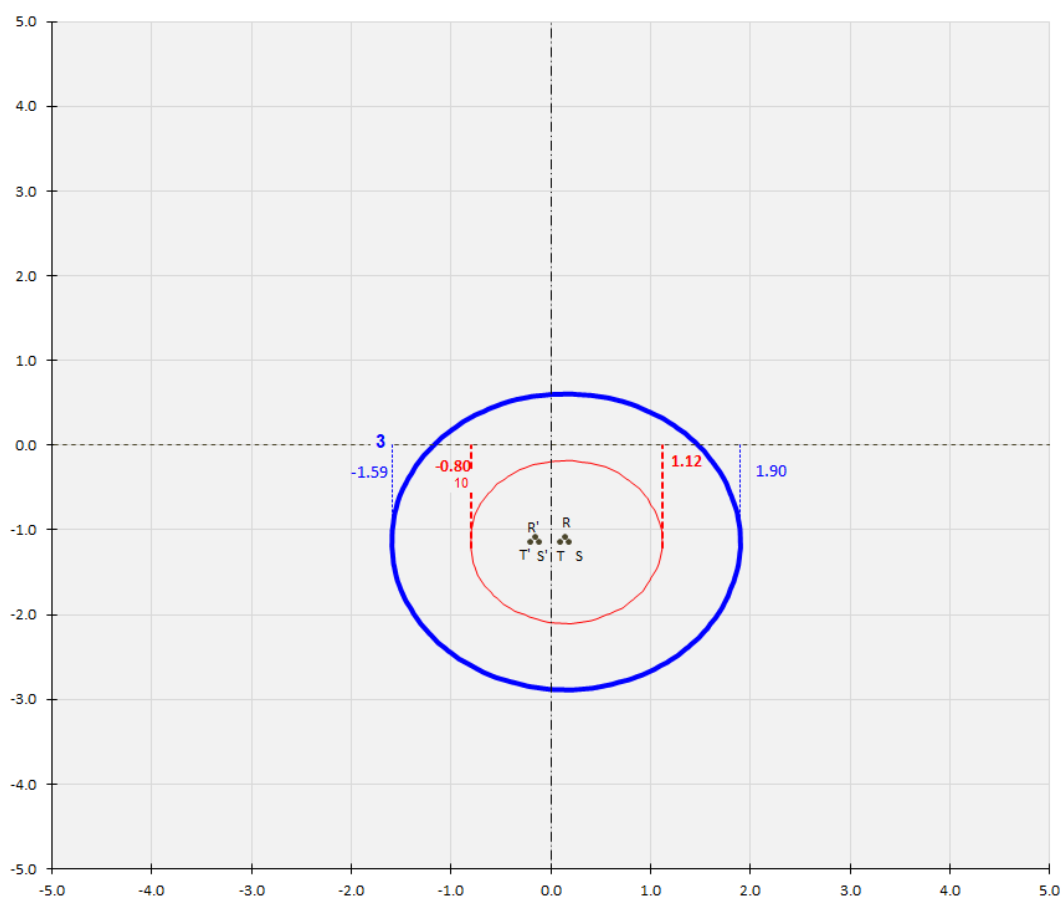


Fig.4.4 Calcolo della DPA, linea interrata a 132 kV (misure in m)

La Fig. 4.4 mostra invece la fascia per la linea AT, che presenta un valore di 1,9m (come si può notare essa è asimmetrica, per i motivi riportati in precedenza).

Anche in questo caso, poiché la normativa prescrive che il valore della DPA venga arrotondato al metro superiore, si ottiene un valore della DPA pari a **2 m dall'asse della linea**.

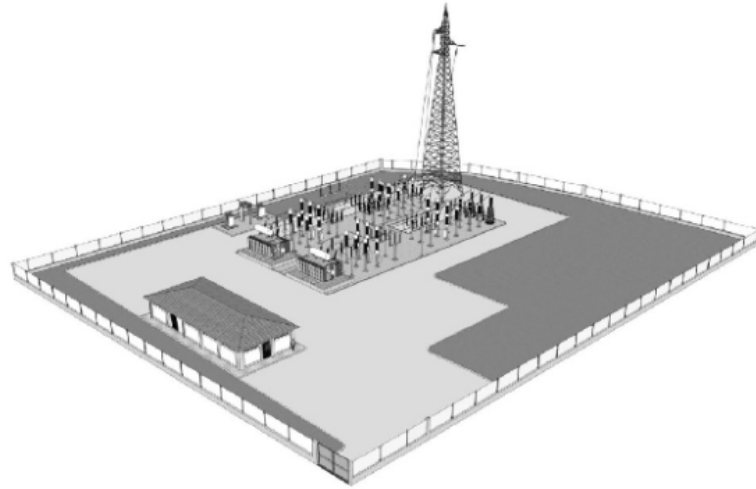
### 4.3 Stazione di trasformazione

Nel caso della stazione di trasformazione AT/MT, si può considerare cautelativamente quanto riportato nella guida di calcolo delle DPA di E-distribuzione, dato che le caratteristiche della stazione di utenza sono molto simili a quelle di una cabina primaria. Anche in questo caso i valori sono ampiamente superiori a quelli attesi nella configurazione della stazione, rispetto alla cabina primaria di riferimento, dove la taglia del trasformatore è circa 3 volte superiore a quella effettiva.

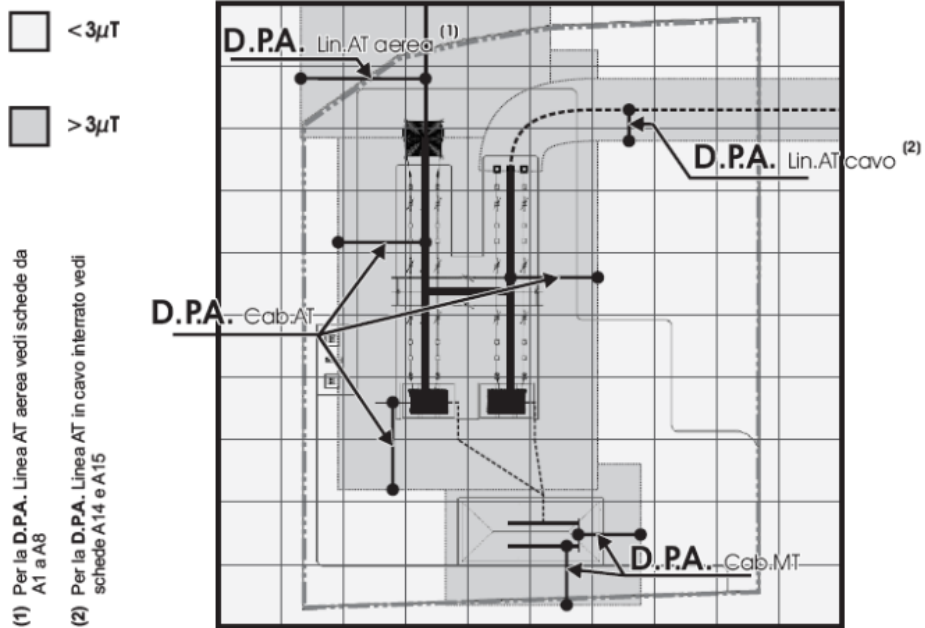
I valori sono riportati nella figura che segue.



A16 - Cabina primaria isolata in aria (132/150-15/20 kV)



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



Tipologia trasformatore [MVA]	CABINA PRIMARIA						Riferimento
	D.P.A. Cab. da centro sbarre AT	Distanza tra le fasi AT	Corrente	D.P.A. Cab. da centro sbarre MT	Distanza tra le fasi MT	Corrente	
	m	m	A	m	m	A	
63	14	2.20	870	7	0.38	2332	A16

Fig.4.5 Calcolo della DPA, stazione AT/MT (misure in m)

## **5 CONCLUSIONI**

Alla luce dei risultati ottenuti ed illustrati nel Capitolo 4 si conclude che, pur con le ipotesi cautelative alla base dei calcoli, nelle zone nella quale è prevista una presenza di persone superiore a 4 ore è comunque garantito il rispetto del valore più restrittivo del campo magnetico, pari all'obiettivo di qualità come indicato nel DPCM 8 Luglio 2003.