

CAVIDOTTO 380 kV “PIANOPOLI- FEROLETO”

CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA E DELLA FASCIA DI RISPETTO

REV.	DESCRIZIONE	DATA	ELABORATO	VERIFICATO	APPROVATO
2					
1					
0	Progetto base	12/05/2011	Zuccolo	INGE/Prog/EI/AC	INGE/Prog/EI/AC

INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	4
3.	INQUADRAMENTO NORMATIVO	4
4.	MODELLO DI CALCOLO	5
5.	DATI GEOMETRICI	6
6.	RISULTATI DI CALCOLO	7
7.	CONCLUSIONI	15
8.	AREE IMPEGNATE	15

1. PREMESSA

La connessione alla Rete elettrica di Trasmissione Nazionale (RTN) della nuova centrale turbogas EDISON di Pianopoli, sarà realizzata in antenna con una linea di utente a 380 kV, costituita da un elettrodotto in cavo interrato tra la centrale stessa e l'esistente stazione elettrica a 380 kV di Feroletto, di proprietà della società Terna.

Le principali caratteristiche del collegamento sono sintetizzate nel seguito:

- | | |
|---|--------------------------------|
| - lunghezza del collegamento | circa 8000 metri; |
| - numero terne | 1; |
| - cavi | unipolari; |
| - sezione | 2500 mm ² ; |
| - conduttore | rame; |
| - isolamento | XLPE; |
| - tensione nominale U _o /U | 220/380 kV; |
| - corrente in regime permanente | 1448 A; |
| - cosφ nominale | 0.85 |
| - potenza attiva nominale | 810 MW |
| - potenza apparente nominale | 953 MVA |
| - sezione e formazione cavi | 3x(1x2500) mm ² ; |
| - profondità minima di interramento | 1400 mm; |
| - disposizione normale (trincea normale e sotto strada) | in piano, interasse 350 mm; |
| - disposizione negli attraversamenti speciali | a triangolo, interasse 250 mm; |
| - disposizione nei giunti | in piano, interasse 800 mm. |

La relazione in oggetto calcola il valore dell'induzione magnetica nell'intorno del cavidotto, allo scopo di definire le Distanze di Prima Approssimazione (DPA) e le Fasce di Rispetto (FdR) al livello del piano di campagna, all'esterno delle quali l'induzione magnetica risulta inferiore dell'obiettivo di qualità (3 μT) definito dal D.P.C.M. 08.07.2003; i calcoli sono sviluppati in accordo al D.M. 29/05/2008.

Il valore di corrente utilizzato per i calcoli è il massimo erogabile dalla centrale elettrica da 810 MW che, considerando un fattore di potenza $\cos\phi = 0.85$ e quindi una potenza apparente pari a 953 MVA, risulta di 1448 A.

2. LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

- Legge 36/2001: “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”
- DPCM 08/07/03: “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione dei campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”
- Decreto 29/5/2008 del Ministero dell’ambiente e della tutela del territorio e del mare: “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”
- Norma CEI 211-4: “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”
- Guida 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”.

3. INQUADRAMENTO NORMATIVO

Obiettivo del DPCM 08/07/03, attuativo della L. 36/01, è la tutela della popolazione dagli effetti a lungo termine dei campi elettromagnetici prodotti dagli elettrodotti. Tali provvedimenti prevedono limiti particolarmente restrittivi per il campo magnetico nelle “aree di gioco per l’infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere”.

In particolare, nei suddetti ambienti di vita, non deve essere superato:

- il limite di 10 μT (valore di attenzione) in ogni caso;
- il limite di 3 μT (obiettivo di qualità) nella progettazione di nuovi elettrodotti e di nuovi insediamenti vicino a elettrodotti esistenti.

Nel caso specifico, la linea in esame può interessare anche aree abitate che rientrano tra i casi indicati dal DPCM 08/07/03, per cui verranno calcolate la fascia di rispetto e la DPA relative. In particolare, si valuterà la distribuzione del campo magnetico con riferimento all’obiettivo di qualità di 3 μT richiesto in occasione della realizzazione di nuovi elettrodotti.

I luoghi tutelati sopra elencati (recettori sensibili) non dovranno risultare posizionati all'interno della DPA.

Il calcolo del campo elettrico non è invece necessario, in quanto i cavi sono tutti dotati di schermi connessi a terra almeno in un punto, questo fatto e la relativa vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche, rendono di fatto trascurabile o nullo il campo già nell'area immediatamente circostante l'elettrodotto.

4. MODELLO DI CALCOLO

Calcolo del campo magnetico prodotto da linee in cavo

La metodologia di calcolo qui utilizzata è basata sull'algoritmo bidimensionale normalizzato nella CEI 211-4, considerato idoneo per le situazioni pratiche riscontrabili per le linee in cavo interrato.

Tale metodo, descritto nella guida CEI 106-11, alla quale si rimanda per i dettagli, è anche citato come utilizzabile nel Decreto 29/5/2008 per condizioni analoghe a quelle allo studio.

Si tratta di un modello bidimensionale che applica la legge di Biot e Savart per determinare l'induzione magnetica dovuta a ciascun conduttore percorso da corrente e quindi la legge di sovrapposizione degli effetti per determinare l'induzione magnetica totale, tenendo ovviamente conto delle fasi delle correnti, supposte simmetriche ed equilibrate.

Le formule di calcolo del campo magnetico nel generico punto P sono pertanto le seguenti, con riferimento alla fig. 4 estrapolata dalla Norma CEI 106-11 e di seguito riportata:

$$B = \sqrt{B_x^2 + B_y^2 + B_z^2}$$

dove:

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i \dot{I}_i \left[\frac{y_i - y_p}{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} \right]$$

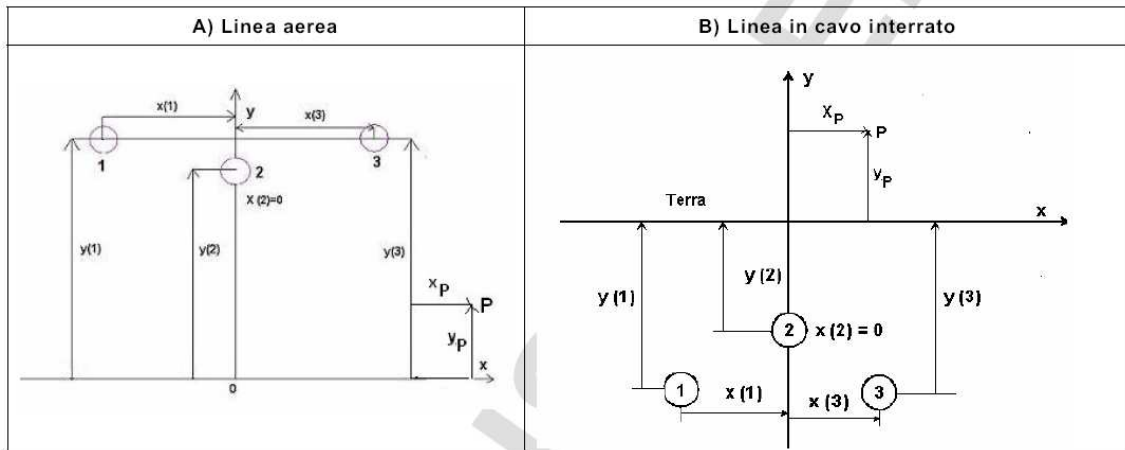
$$B_y = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_i \dot{I}_i \left[\frac{x_i - x_p}{(x_p - x_i)^2 + (y_p - y_i)^2} \right]$$

$$B_z = 0$$

con: i = numero di conduttori

μ_0 = permeabilità magnetica del vuoto = $4\pi \cdot 10^{-7}$ [H/m]

I_i = fasore della corrente [Aeff]



I calcoli sono stati sviluppati utilizzando le espressioni riportate nella Guida CEI 106-11, le curve di iscampo sono state ricavate tramite un software di calcolo commerciale, i risultati, riepilogati nel capitolo 6, combaciano perfettamente.

5. DATI GEOMETRICI

Le tipologie di posa considerate sono le seguenti:

- Trincea piana in terreno normale e coltivato,
- Trincea piana sotto strada,
- Tubazione con disposizione dei cavi a triangolo posta in opera mediante spingitubo,
- Camera giunti.

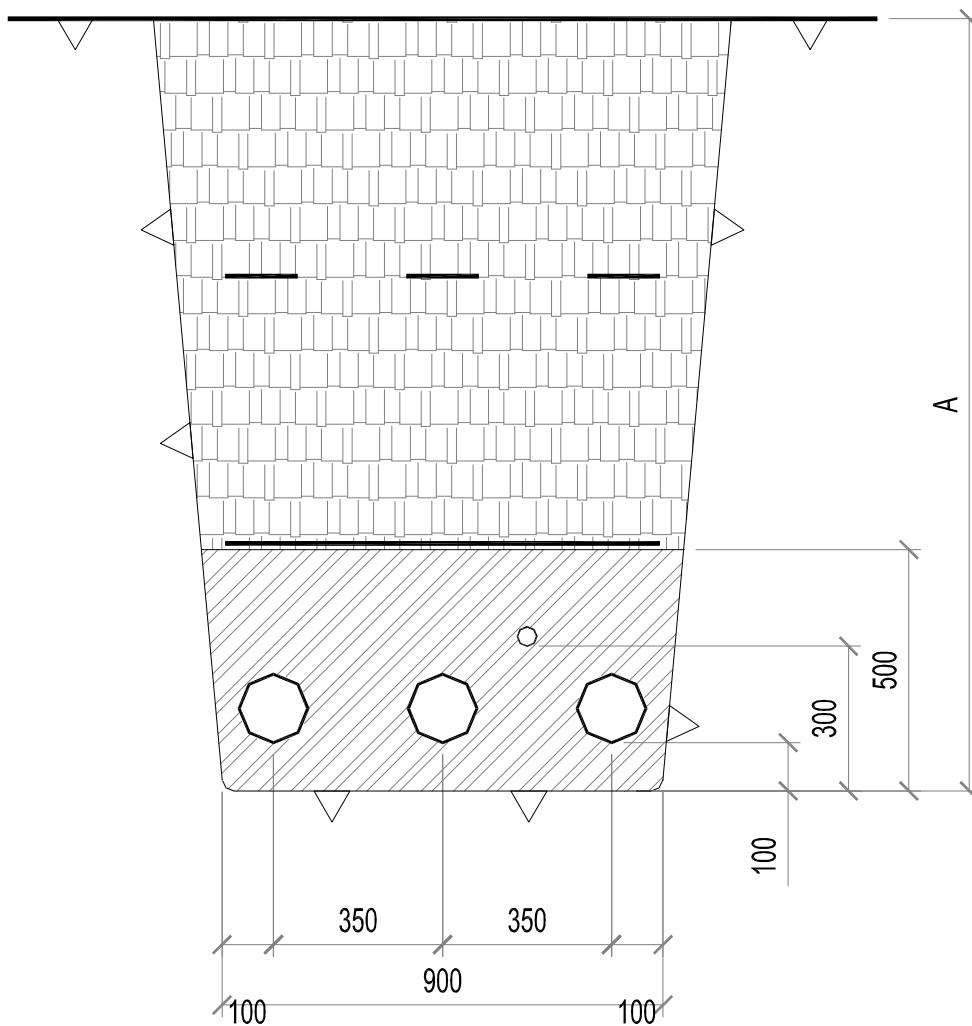
Nelle pagine seguenti vengono riportati i dati geometrici caratteristici per ogni tipologia di posa sopra menzionata ed i risultati dei calcoli dei CEM.

Tutte le valutazioni relative alle dimensioni delle Fasce di Rispetto a livello del suolo, sono state eseguite considerando la profondità minima prevista dell'asse dei cavi a 1,4 m da detto livello.

6. RISULTATI DI CALCOLO

POSA IN TRINCEA PIANA IN TERRENO NORMALE E COLTIVATO

Di seguito sono riportati il tipico di posa, la curva equilivello di campo magnetico a $3 \mu\text{T}$, con l'indicazione della DPA e della Fascia di Rispetto a livello del piano di campagna.



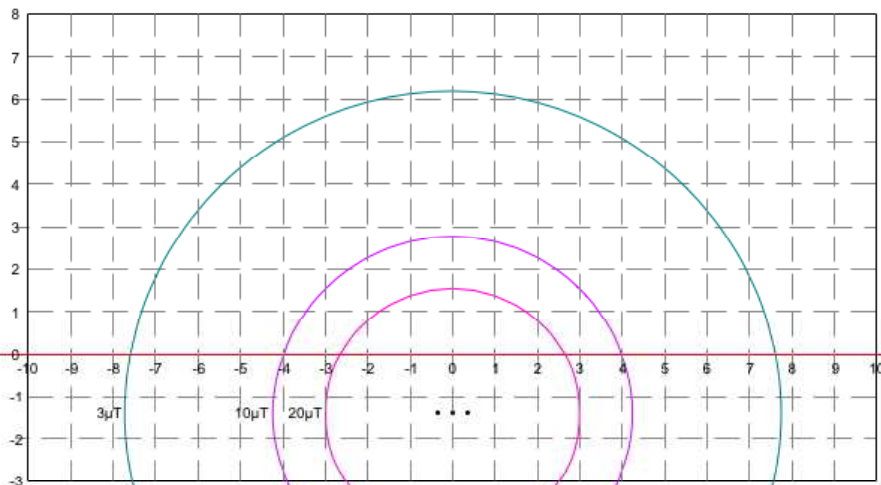
Calcolo della DPA e della Fascia di Rispetto (FdR) al livello del suolo

Dalla CEI 106-11 art. 6.2.3 a): Cavi unipolari posati in piano

$$I = 1448 \text{ A}; \quad d = 1,4 \text{ m} \quad S = 0,35 \text{ m};$$

$$\text{DPA: } R' = 0,34 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 7,65 \text{ m} \quad \text{arrotondato a: } 8,00 \text{ m};$$

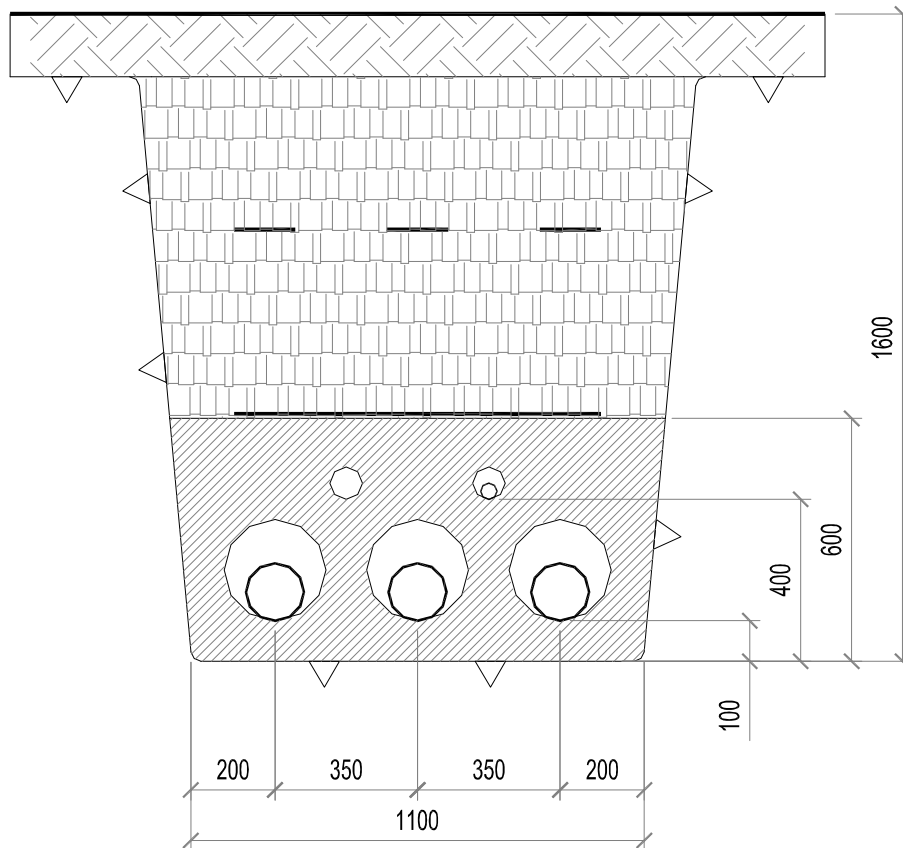
$$\text{FdR al livello del suolo: } R_0 = \sqrt{(R'^2 - d^2)} = 7,53 \text{ m} \quad \text{arrotondato a: } 8,00 \text{ m}.$$



Interasse 0,35 m
 $I=1448 \text{ A}$

POSA IN TRINCEA PIANA SOTTO STRADA

Di seguito sono riportati il tipico di posa, la curva equilivello di campo magnetico a $3 \mu\text{T}$, con l'indicazione della DPA e della Fascia di Rispetto a livello del piano di campagna.



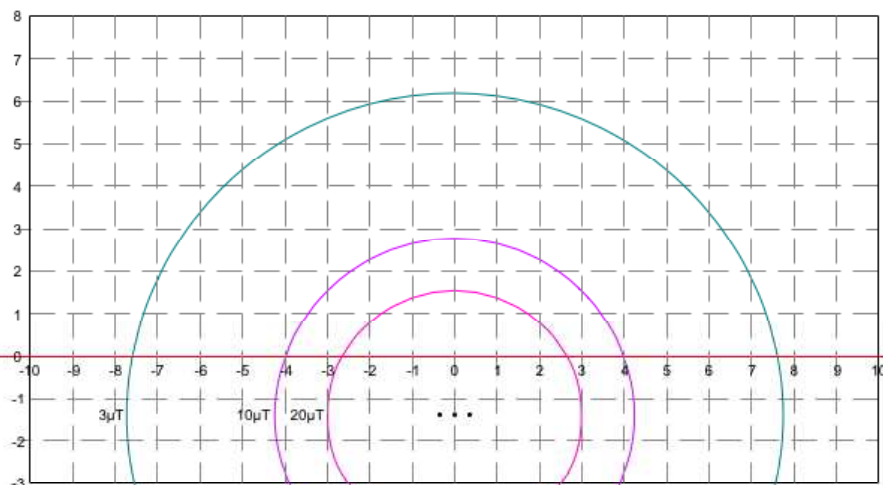
Calcolo della DPA e della Fascia di Rispetto (FdR) al livello del suolo

Dalla CEI 106-11 art. 6.2.3 a): Cavi unipolari posati in piano

$$I = 1448 \text{ A}; \quad d = 1,4 \text{ m} \quad S = 0,35 \text{ m};$$

$$\text{DPA: } R' = 0,34 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 7,65 \text{ m} \quad \text{arrotondato a: } 8,00 \text{ m};$$

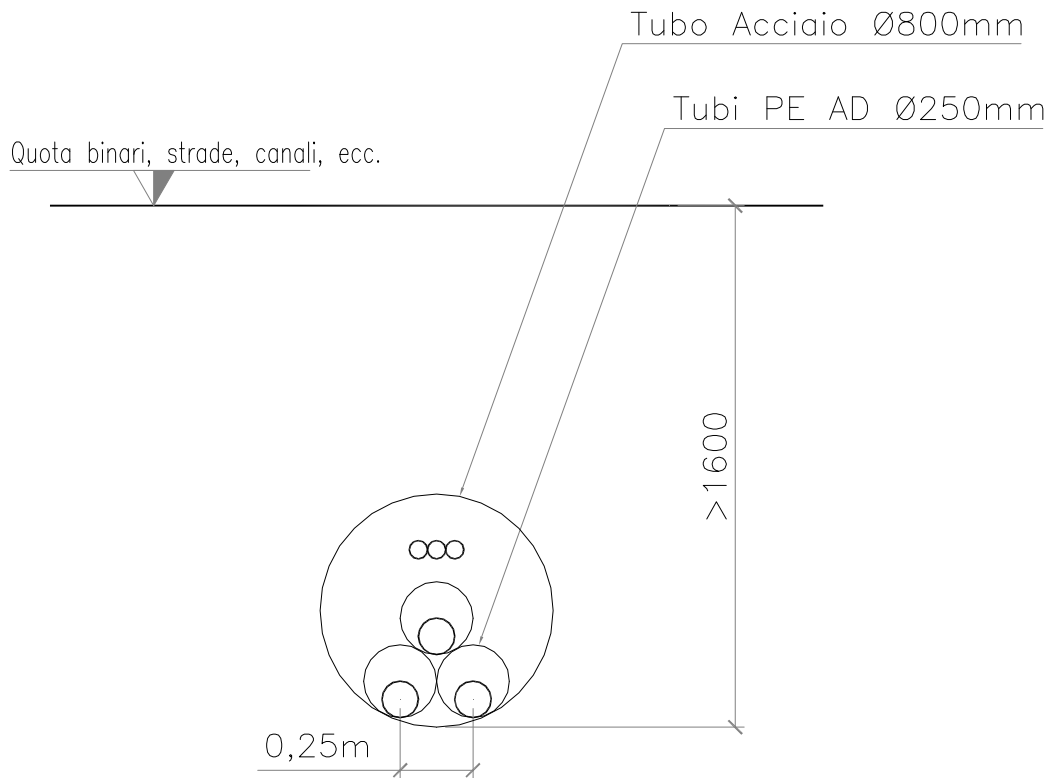
$$\text{FdR al livello del suolo: } R_0 = \sqrt{(R'^2 - d^2)} = 7,53 \text{ m} \quad \text{arrotondato a: } 8,00 \text{ m}.$$



Interasse 0,35 m
 $I=1448 \text{ A}$

POSA MEDIANTE SPINGITUBO

Di seguito sono riportati il tipico di posa, la curva equilivello di campo magnetico a $3 \mu\text{T}$, con l'indicazione della DPA e della Fascia di Rispetto a livello del piano di campagna.



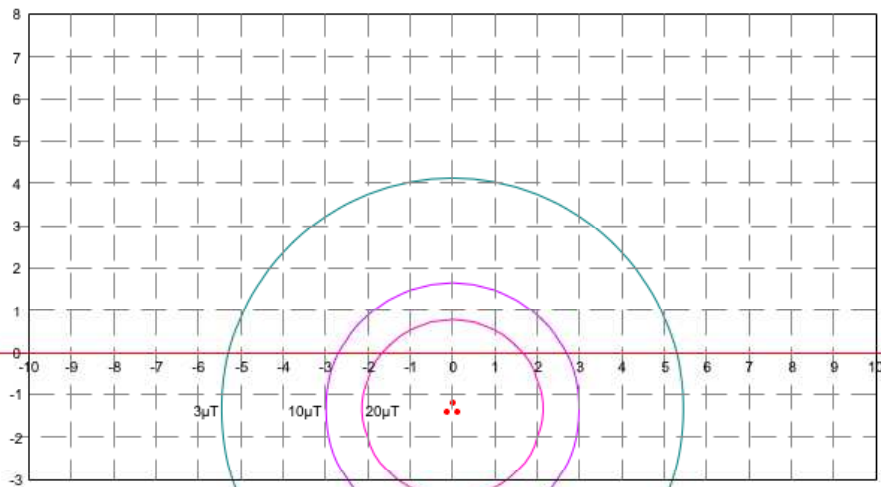
Calcolo della DPA e della Fascia di Rispetto (FdR) al livello del suolo

Dalla CEI 106-11 art. 6.2.3 b): Cavi unipolari posati a trifoglio

$I = 1448 \text{ A}; \quad d = 1,4 \text{ m} \quad S = 0,25 \text{ m};$

DPA: $R' = 0,286 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 5,44 \text{ m}$ arrotondato a: 6,00 m;

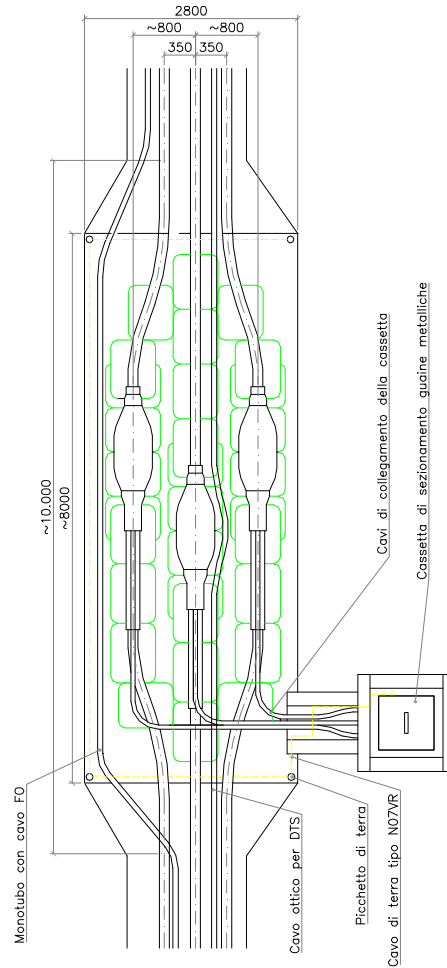
FdR al livello del suolo: $R_0 = \sqrt{(0,082 \cdot S \cdot I - d^2)} = 5,27 \text{ m}$ arrotondato a: 6,00 m.



Interasse 0,25 m
 $I=1448 \text{ A}$

CAMERA GIUNTI

Di seguito sono riportati il tipico di posa, la curva equilivello di campo magnetico a $3 \mu\text{T}$, con l'indicazione della DPA e della Fascia di Rispetto a livello del piano di campagna.



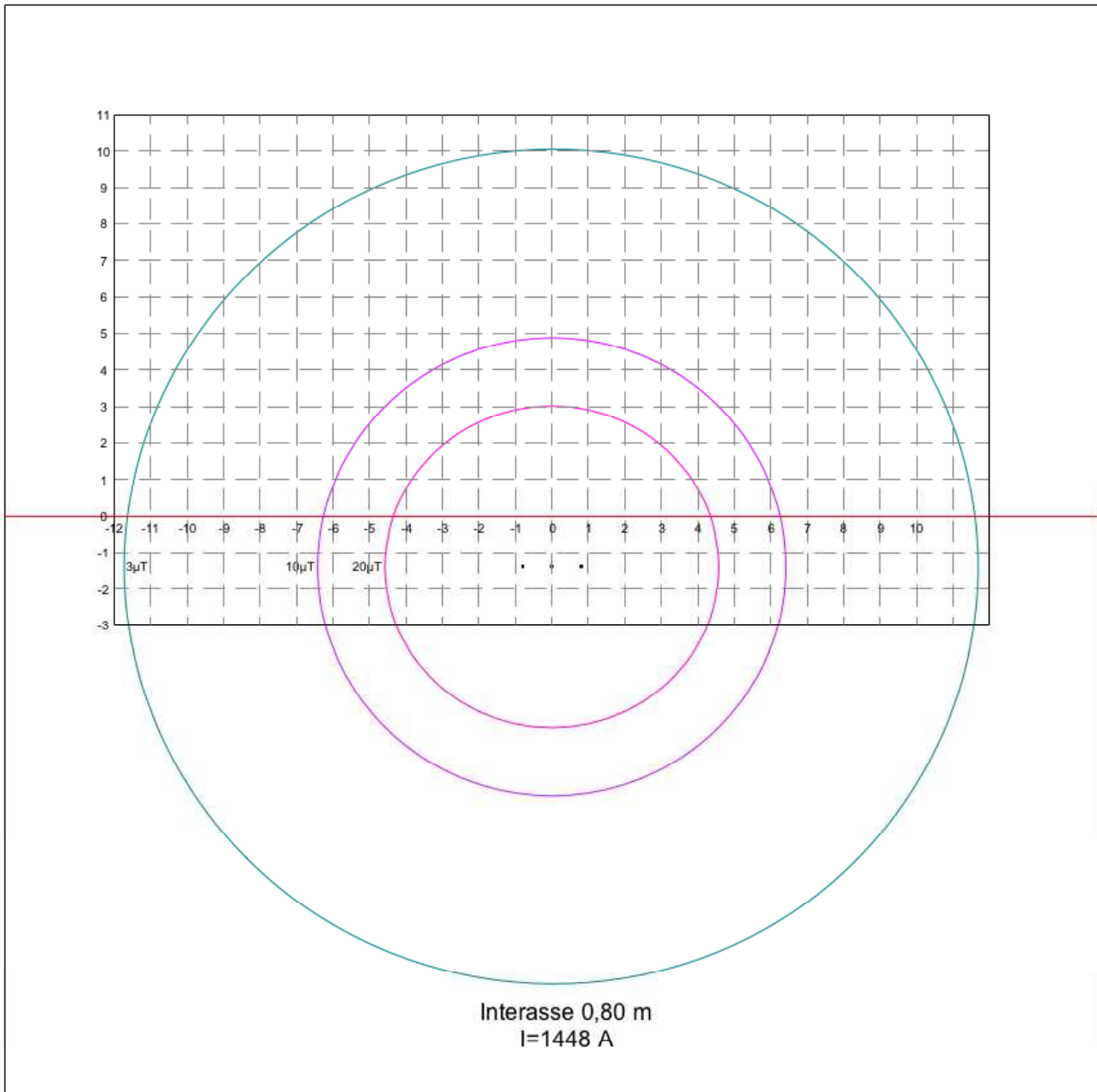
Calcolo della DPA e della Fascia di Rispetto (FdR) al livello del suolo

Dalla CEI 106-11 art. 6.2.3 a): Cavi unipolari posati in piano

$$I = 1448 \text{ A}; \quad d = 1,4 \text{ m} \quad S = 0,80 \text{ m};$$

$$\text{DPA: } R' = 0,34 \cdot \sqrt{(S \cdot I)} = 11,57 \text{ m} \quad \text{arrotondato a: } 12,00 \text{ m};$$

$$\text{FdR al livello del suolo: } R_0 = \sqrt{(R'^2 - d^2)} = 11,49 \text{ m} \quad \text{arrotondato a: } 12,00 \text{ m}.$$



7. CONCLUSIONI

Come precedentemente detto il valore di campo elettrico all'esterno dei cavi è nullo in quanto completamente contenuto dallo schermo del cavo stesso.

Nei paragrafi precedenti è stata calcolata la fascia di rispetto dell'elettrodotto, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, considerando la portata in corrente in regime permanente e la configurazione dei conduttori nelle diverse tipologie di posa.

Proiettando al suolo verticalmente tale fascia e con riferimento alla proiezione al suolo del centro del cavidotto (asse linea), è stata individuata la distanza di prima approssimazione DPA all'esterno della quale il valore dell'induzione magnetica è uguale o inferiore all'obiettivo di qualità (3 μ T).

Nel seguito sono riportate le DPA individuate per ciascuna delle modalità di posa dei cavi:

- Trincea piana in terreno normale e coltivato: 8 m per lato rispetto all'asse linea;
- Trincea piana sotto strada: 8 m per lato rispetto all'asse linea;
- Posa mediante spingitubo: 6 m per lato rispetto all'asse linea;
- Posa di un giunto: 12 m per lato rispetto all'asse linea.

Negli elaborati P310PLEC111 sono stati riportati i valori appropriati lungo tutto lo sviluppo dell'elettrodotto.

Come si può verificare nessun recettore sensibile ricade all'interno della DPA.

8. AREE IMPEGNATE

In merito all'attraversamento di aree da parte degli elettrodotti, si possono individuare, con riferimento al Testo Unico 327/01, le **aree impegnate**, cioè quelle necessarie per la sicurezza dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto che, per i tratti in cavo interrato delle linee a 380 kV, sono di norma pari a circa 5 m per parte dall'asse linea.

Il vincolo preordinato all'esproprio sarà invece apposto sulle **“aree potenzialmente impegnate”** (previste dalla L. 239/04). L'estensione delle quali sarà di circa 10 m per parte dall'asse.

La planimetria catastale 1:2.000 Doc. n. P310PLEC105-106-107 riporta l'asse indicativo del tracciato con il posizionamento preliminare dei sostegni, le aree impegnate per la sicurezza

dell'esercizio e manutenzione dell'elettrodotto e la fascia delle aree potenzialmente impegnate sulle quali sarà apposto il vincolo preordinato all'imposizione della servitù di elettrodotto.

I proprietari dei terreni interessati dalle aree potenzialmente impegnate (ed aventi causa delle stesse) e relativi numeri di foglio e particella sono riportati nel Doc. n. P310ETEC001, come desunti dal catasto.

Si precisa che le aree potenzialmente impegnate non coincidono con le aree in cui il valore del campo Magnetico è superiore o pari a $3 \mu\text{T}$ (obiettivo di qualità secondo il DPCM 08.07.2003).
