

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



U.O. ENERGIA E IMPIANTI DI TRAZIONE ELETTRICA

PROGETTO PRELIMINARE

NUOVA LINEA AV/AC VENEZIA - TRIESTE TRATTA RONCHI - TRIESTE

STUDIO ESPOSIZIONE CAMPI ELETTROMAGNETICI

SCALA:

-

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA Progr. REV.

L 3 4 4 0 0 R 1 8 C L L P 0 0 0 0 0 0 4 A

Rev	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Tipo di Emissione ESECUTIVA	R. NANNI	20.09.10	S. RBICHINI	21.09.10	D. Fochesato	30.09.10		

ITALFERR S.P.A.
U.O. Energia ed Impianti
Ing. Guido Caburini
Ordine Ingegneri Provincia di Roma
n° 17812

File: L34400R18CLLP0000004A.doc

n. Elab.: 196



Progetto cofinanziato
dalla Unione Euro

INDICE

Sommario

1. INTRODUZIONE.....	3
1.1 GENERALITÀ.....	3
1.2 SCOPO	3
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	5
2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.2 ELABORATI DI PROGETTO	6
3. CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO	6
4. CALCOLO CAMPO MAGNETICO SSE “AURISINA” ELETTRODOTTO.....	7
4.1 DATI DI INPUT	7
4.2 STRUMENTI DI CALCOLO.....	10
4.3 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....	11
5. CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO SSE “RONCHI” – LINEA IN CAVO INTERRATO	13
5.1 CARATTERISTICHE DEL CAVO E TIPOLOGIA DI POSA	13
5.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI.....	14
6. CONCLUSIONI.....	18

1. INTRODUZIONE

1.1 GENERALITÀ

Nell'ambito delle attività di progettazione preliminare del collegamento ferroviario AV/AC RONCHI – TRIESTE, è stata prevista un'elettificazione mediante tre Sottostazioni Elettriche di conversione dislocate rispettivamente nelle località di Ronchi, Aurisina e Trieste.

Per la Sottostazione di Ronchi (pk 5+400) è stata scelta un'alimentazione "in antenna", con doppia terna in cavo interrato a 132 kV (una terna di riserva), con origine dalla già esistente sottostazione elettrica di Redipuglia, mentre per la sottostazione di Aurisina (pk 22+800) è stata adottata, vista l'ubicazione a ridosso dell'esistente elettrodotto aereo a semplice terna di proprietà RFI (Redipuglia – Villa Opicina), un'alimentazione aerea a 132 kV in doppia terna, per realizzare un sistema di alimentazione "in derivazione" (entra-esci).

Per quanto riguarda la SSE di Cintura (Trieste) è stato scelto di alimentarla mediante un collegamento in cavo interrato in media tensione.

Sarà oggetto pertanto della presente relazione lo studio della compatibilità elettromagnetica dei soli impianti relativi alle sottostazioni di Ronchi e Aurisina, in quanto per il cavidotto in media tensione i campi magnetici non presenteranno valori significativi.

1.2 SCOPO

La presente relazione ha l'obiettivo di fornire, per gli impianti citati in premessa, tutte le indicazioni necessarie a dimostrare il rispetto delle prescrizioni relative alla compatibilità elettromagnetica dell'opera con le presenze antropiche.

Lo studio delle emissioni dei campi elettromagnetici è stato effettuato nel rispetto della normativa in ambito di esposizione ai campi elettromagnetici (legge quadro 22 febbraio 2001 e successivo DPCM 8 luglio 2003¹) degli enti ricettori per cui è prevista presenza umana per più di quattro ore giornaliere. Tale norma fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;
- il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati).

Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti. Il DPCM 8 luglio 2003, all'art. 6, in attuazione della Legge 36/01 (art. 4 c. 1 lettera h), introduce la metodologia di calcolo delle fasce di rispetto, definita nell'allegato al Decreto 29 maggio 2008 (*Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti*). Detta fascia comprende tutti i punti nei quali, in normali condizioni di esercizio, il valore di induzione magnetica può essere maggiore o uguale all'obiettivo di qualità.

¹ "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".

2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

2.1 RIFERIMENTI NORMATIVI

E' di seguito riepilogato l'elenco delle principali Norme alle quali si rimanda per le informazioni di dettaglio non esplicitamente riportate nella presente relazione:

- D.M. n°449 del 21.03.1988 "Approvazione delle Norme Tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne", e successive integrazioni e modifiche.
- Norma CEI 11.4 "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne" Ed. 5/1989 e successive Varianti v1, v2, v3 e v4.
- Norma CEI 11.60 "Portata al limite termico delle linee elettriche aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV" Ed. seconda anno 2002 Fasc. 6507.
- Raccomandazione tecnica DI / TC.TE / DMA.IM / MO LP / ETE 012 – Ed. 03/2001 "Linee guida per il piano regolatore del sistema A.T. FS e delle alimentazioni di SSE".
- Guida CEI 211.4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche" Ed.07/1996.
- 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.
- Legge 22 febbraio 2001, n°36; "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- 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";
- DM 29 maggio 2008: Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.

- Direttiva sulle " Prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici)" 04/2004 - ICNIRP.

2.2 ELABORATI DI PROGETTO

Costituiscono inoltre parte integrante della presente relazione i documenti di progetto preliminare di seguito elencati, ai quali si rimanda per tutte le informazioni di dettaglio:

L34400R18ROLC0000001A	Relazione tecnica generale di tratta
L34400R18ROLP00000003	Relazione generale tecnico-descrittiva
L34400R18DXLP00000005A	Schema di alimentazione delle linee primarie
L34400R18WALP00000006A	LP CAVIDOTTO Sezioni e fasce di rispetto
L34400R18W9LP00000007A	LP ELETTRODOTTO Sezioni e fasce di asservimento
L34400R18P5LP00000008A	LP SSE RONCHI Planimetria di tracciato
L34400R18P7LP00000009A	LP SSE AURISINA Planimetria di tracciato SSE Aurisina 3 kVcc

3. CALCOLO DEL CAMPO ELETTRICO

In virtù del valore estremamente basso della frequenza di alimentazione (50 Hz), il campo elettrico e il campo magnetico, prodotti da una linea aerea, possono essere considerati come due fenomeni fisici separati. Il campo elettrico generato da un elettrodotto è legato alla tensione del sistema, che almeno nominalmente è fissa, ne risulta che i livelli di campo elettrico sono sostanzialmente stabili. Dato il livello di tensione non eccessivamente elevato dell'elettrodotto di Aurisina (132 kV), il livello di campo elettrico corrispondente sul livello del suolo risulterà sicuramente al di sotto

dei limiti imposti dall'attuale normativa². Per la linea realizzata in cavo interrato la presenza dello schermo metallico, connesso a terra ambo le estremità e in configurazione "cross-bonding", permette di confinare il campo elettrico all'interno delle singole anime. Tali considerazioni giustificano lo studio delle emissioni delle linee, limitato al solo campo magnetico.

4. CALCOLO CAMPO MAGNETICO

SSE "AURISINA" ELETTRODOTTO

4.1 DATI DI INPUT

Il progetto prevede di alimentare la nuova SSE di Aurisina con derivazione (entra/esci) dalla dorsale AT Redipuglia – Villa Opicina.

Per realizzare tale alimentazione risulta essere necessario l'installazione di un nuovo traliccio ubicato lungo la fascia di asservimento dell'elettrodotto esistente, con le funzioni di interrompere la continuità della linea a singola terna e di costituire il "capolinea" della nuova bretella a doppia terna. Complessivamente i conduttori saranno disposti come indicato nella Fig. 4.1.1.

La nuova bretella sarà equipaggiata con conduttori in alluminio – acciaio di diametro pari a 22.8 mm, sostenuti in partenza da un sostegno tralicciato a doppia terna tipo TAD90(Fig. 4.1.2), a circa metà lunghezza del collegamento da un sostegno tralicciato a doppia terna TAD30 che presenta un'interdistanza delle fasi analoga a quella del TAD90 ed ormeggiati all'interno della recinzione di sottostazione mediante sostegni capolinea tipo TOS.

² Il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m.

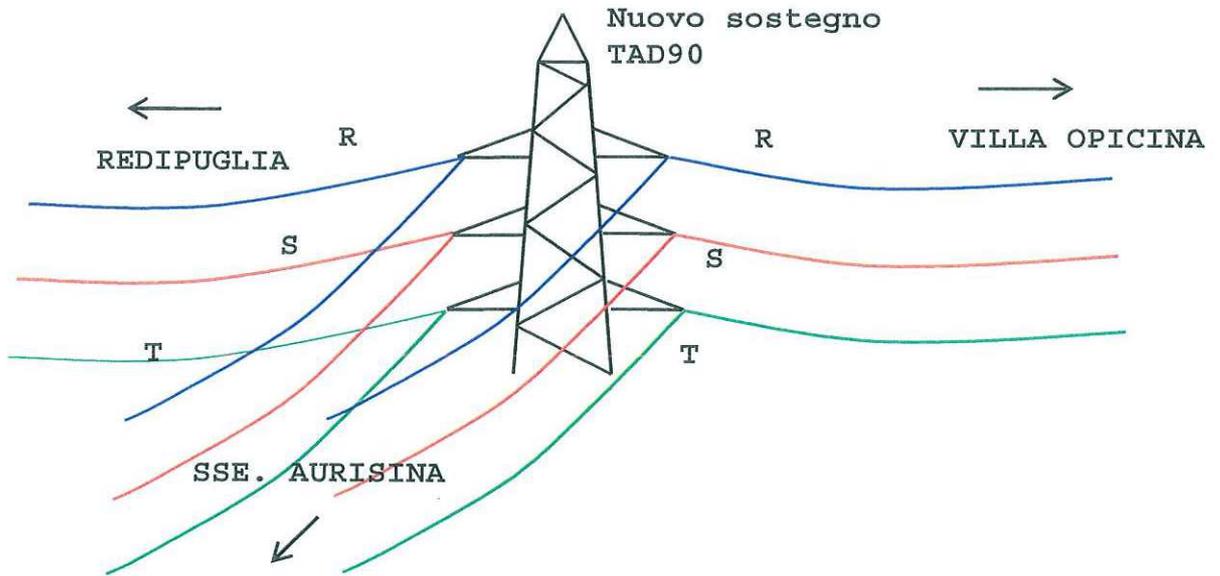


Fig. 4.1.1 : Configurazione delle fasi

PALO TAD90

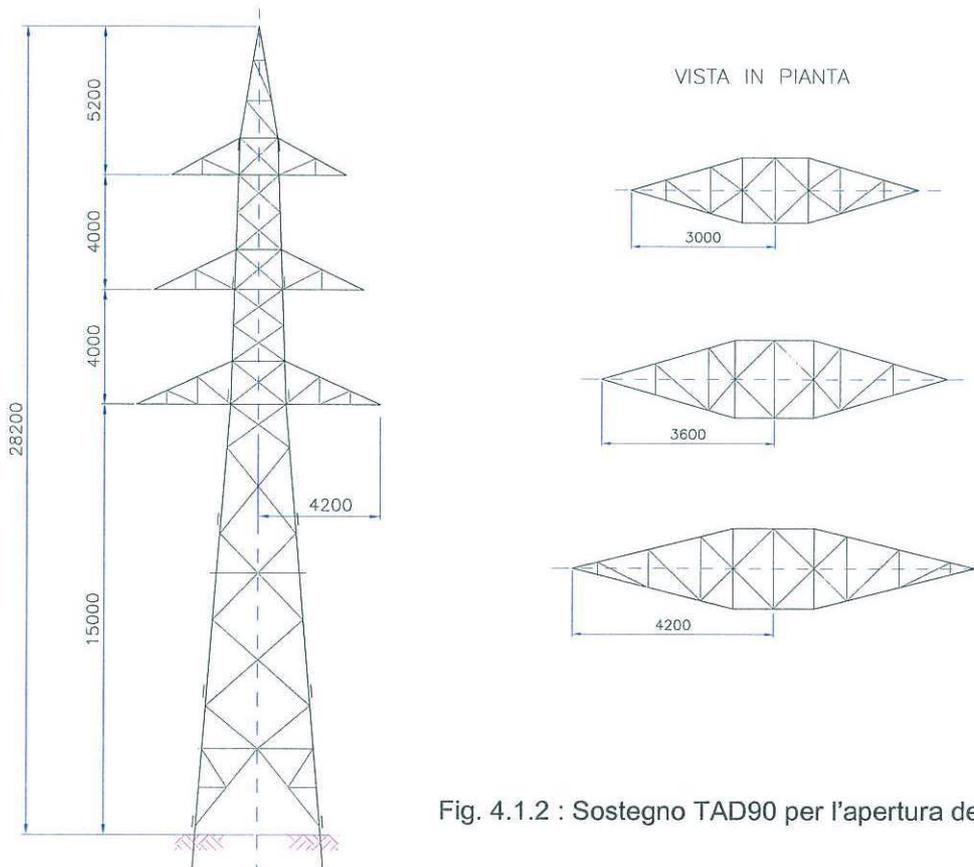


Fig. 4.1.2 : Sostegno TAD90 per l'apertura delle terne

Per quel che riguarda le condizioni ambientali di riferimento, la SSE e le relative linee di alimentazione vengono a trovarsi, con riferimento alla norma CEI 11-4, nella zona B.

Per la determinazione delle fasce di rispetto, il riferimento è stato l'obiettivo di qualità ($3 \mu\text{T}$) del DPCM dell'8 luglio 2003, imponendo la portata di corrente in servizio normale degli elettrodotti, come definita dalla norma CEI 11 - 60.

Tensione nominale della linea (kV)	Portata in corrente del conduttore di riferimento I_0 (A)			
	Zona A		Zona B	
	Periodo C	Periodo F	Periodo C	Periodo F
380	740	985	680	770
220	665	905	610	710
132÷150	620	870	575	675

Tab: 4.1.1 : CEI 11-60

Nella Tab. 4.1.1 tratta dalla norma CEI 11-60 è indicata la portata in corrente, in servizio normale del conduttore di riferimento ACSR di 31,5 mm di diametro, nelle due zone climatiche (A e B), nei rispettivi periodi stagionali, per i diversi livelli di tensione.

Nel caso in esame, il valore di corrente di riferimento risulta pari a 675 A. Applicando gli opportuni coefficienti riduttivi previsti dalla stessa CEI 11-60, per un conduttore ACSR di 22,8 mm di diametro si è giunti a considerare la sua portata in corrente al limite termico pari a 450 A.

Per quanto riguarda la geometria dei conduttori, nel programma è stata implementata la disposizione che si ottiene con il traliccio TAD90 e TAD30 (Fig. 4.1.3).

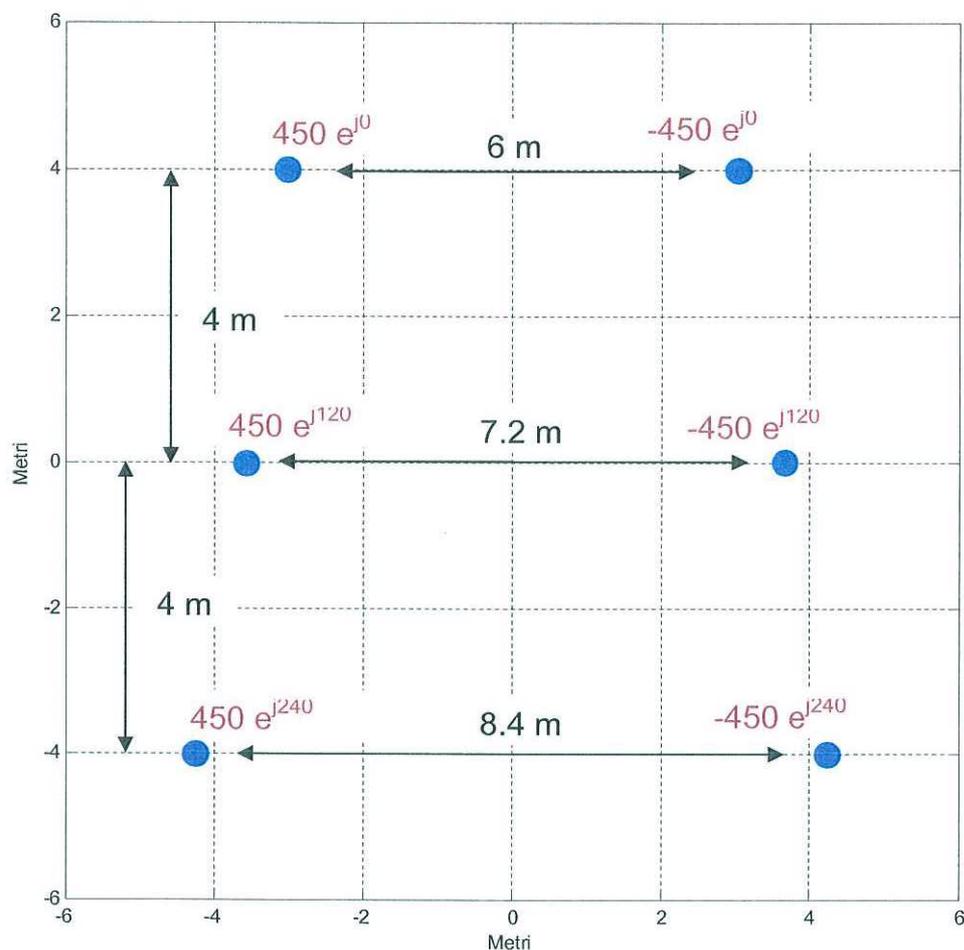


Fig. 4.1.3 : Disposizione dei conduttori e valori di corrente [A] forniti come input nel programma di calcolo

4.2 STRUMENTI DI CALCOLO

Le verifiche sono state condotte con l'ausilio di un programma di calcolo dei campi magnetici che implementa fedelmente la procedura indicata dalla norma CEI 211-4. Adottando una rappresentazione bidimensionale³ del problema è stato quindi possibile riprodurre lo scenario magnetico.

4.3 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Nelle seguenti figure 4.3.1 e 4.3.2 è riportato l'andamento del campo elettromagnetico calcolato nelle modalità sopra descritte.

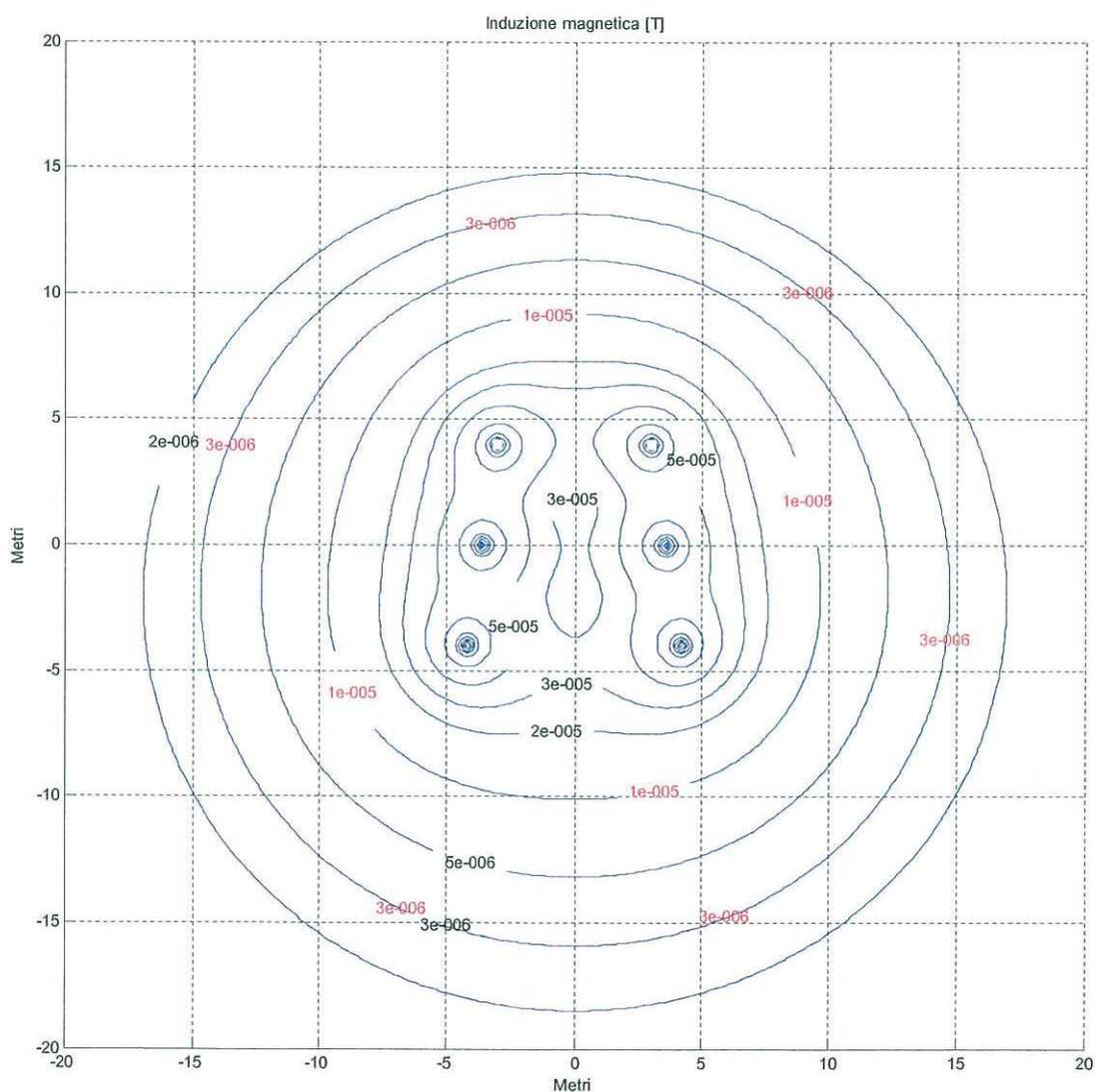


Fig. 4.3.1 : Isolinee Induzione magnetica B [T]
Elettrodotto a doppia terna; Sostegno TAD90 o TAD30;
Corrente al limite termico pari a 450 A;

³ La rappresentazione bidimensionale (2D) può essere eseguita, se sono accettate le condizioni di cui al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11 Parte I.

5. CALCOLO DEL CAMPO MAGNETICO

SSE “Ronchi” – LINEA IN CAVO INTERRATO

5.1 CARATTERISTICHE DEL CAVO E TIPOLOGIA DI POSA

Per quanto riguarda la linea elettrica della SSE di Ronchi, l'analisi del campo magnetico è stata effettuata considerando in esercizio alla portata al limite termico soltanto una, delle due terne che costituiscono il collegamento, in quanto una risulta essere di riserva.

La tipologia di cavo simulato è quella che vede il conduttore realizzato in alluminio, l'isolante in polietilene reticolato (XLPE) estruso e rispondente alla specifica tecnica di fornitura RFI/DTC.EE.TE 159. Tale specifica identifica i cavi in base alla sezione nominale, alla tensione di esercizio e al campo di impiego. Sulla base della tipologia di alimentazione che è stata prevista per la SSE di Ronchi è stata scelta la sezione di 400 mm², idonea all'alimentazione diretta di una SSE.

La posa è quella che vede i cavi disposti a trifoglio, in quanto a parità di profondità di posa, consente di avere in superficie valori di induzione minori rispetto a quelli che si otterrebbero con la disposizione in piano dei conduttori, quindi la portata al limite termico del cavidotto risulta pari a 505 A.

La profondità di posa è stata determinata con l'obiettivo di contenere l'intera fascia di rispetto al di sotto del terreno, onde scongiurare l'intercettazione di qualsiasi luogo tutelato.

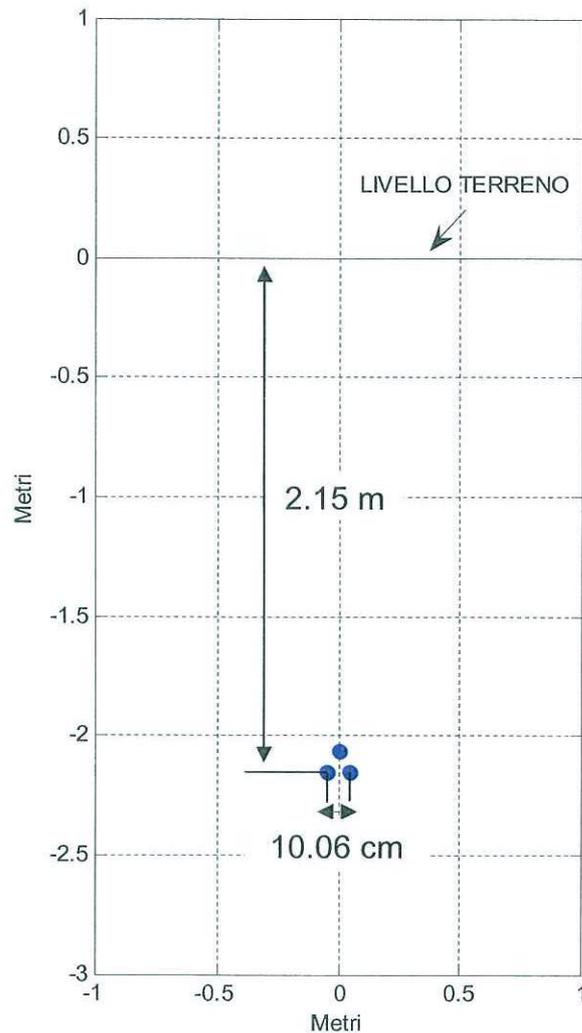


Fig. 5.1.1 : Disposizione dei conduttori e valori di corrente [A] forniti come input nel programma di calcolo

5.2 RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Nelle figure seguenti è riportato l'andamento del campo elettromagnetico calcolato nelle modalità sopra descritte.

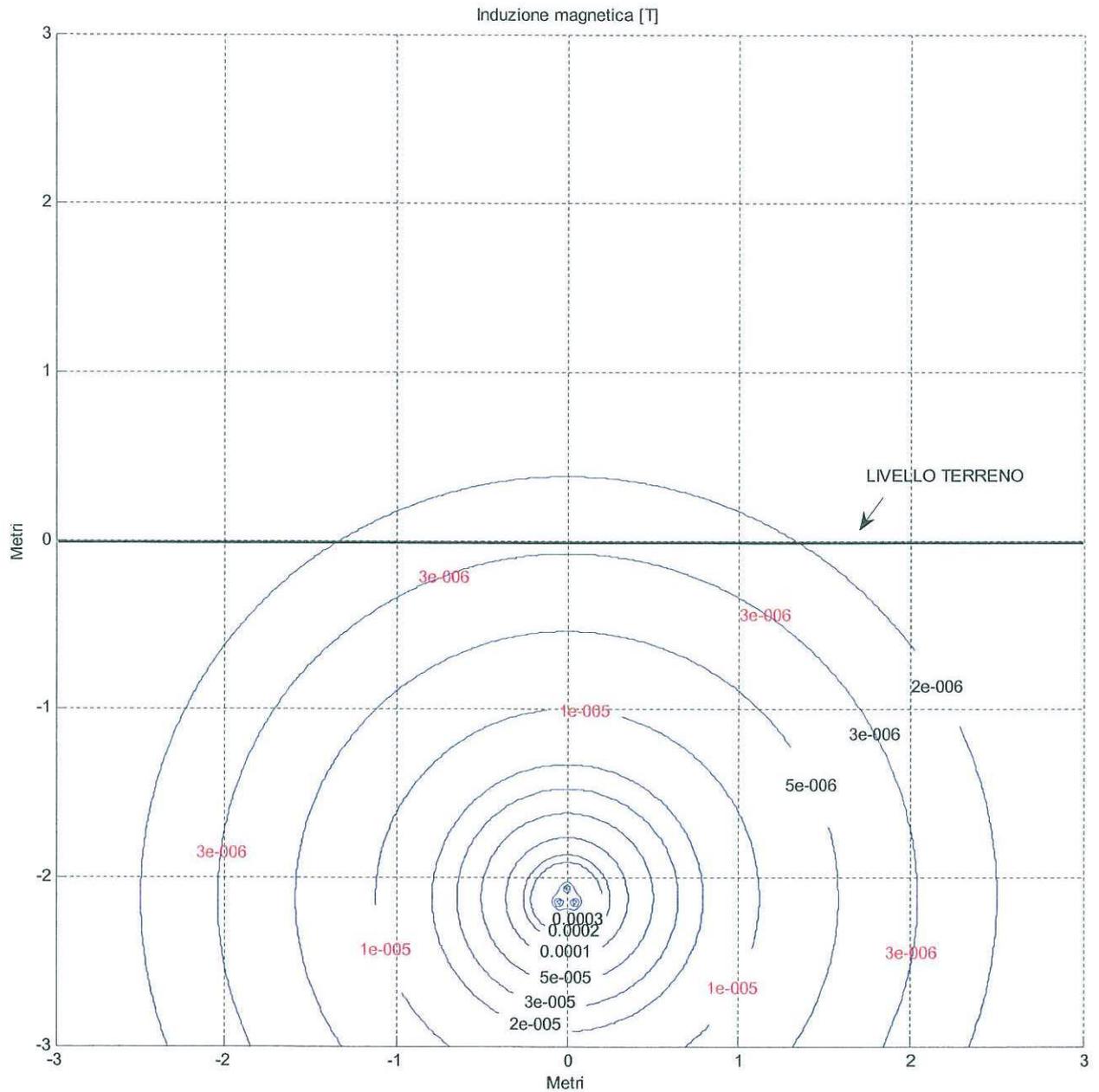


Fig. 5.2.1 : Isolinee Induzione magnetica B [T]

Singola terna in cavo interrato;

Corrente al limite termico pari a 505 A;

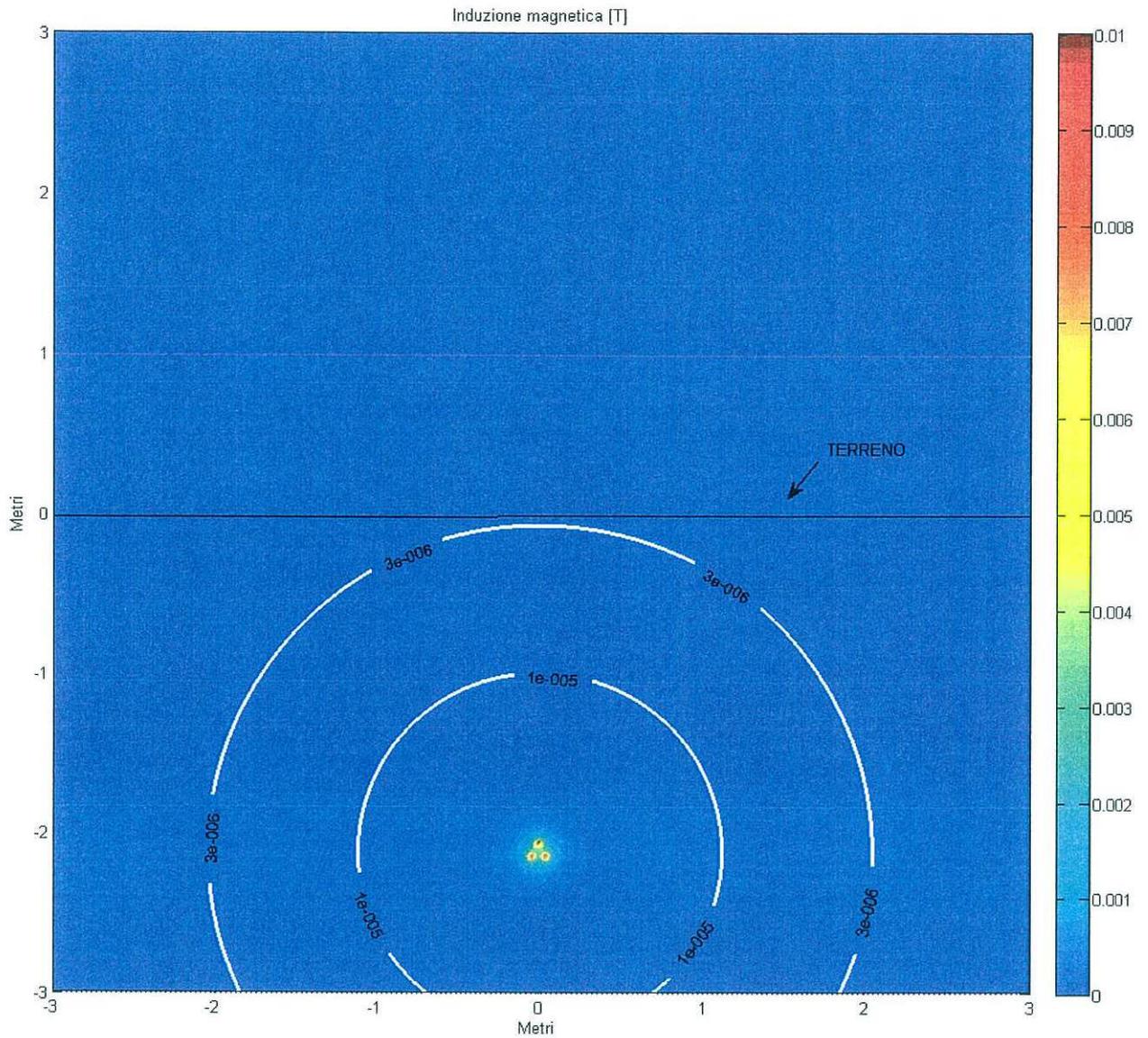


Fig. 5.2.2 : Mappa del campo di induzione [T]

Singola terna in cavo interrato;

Corrente al limite termico pari a 505 A;

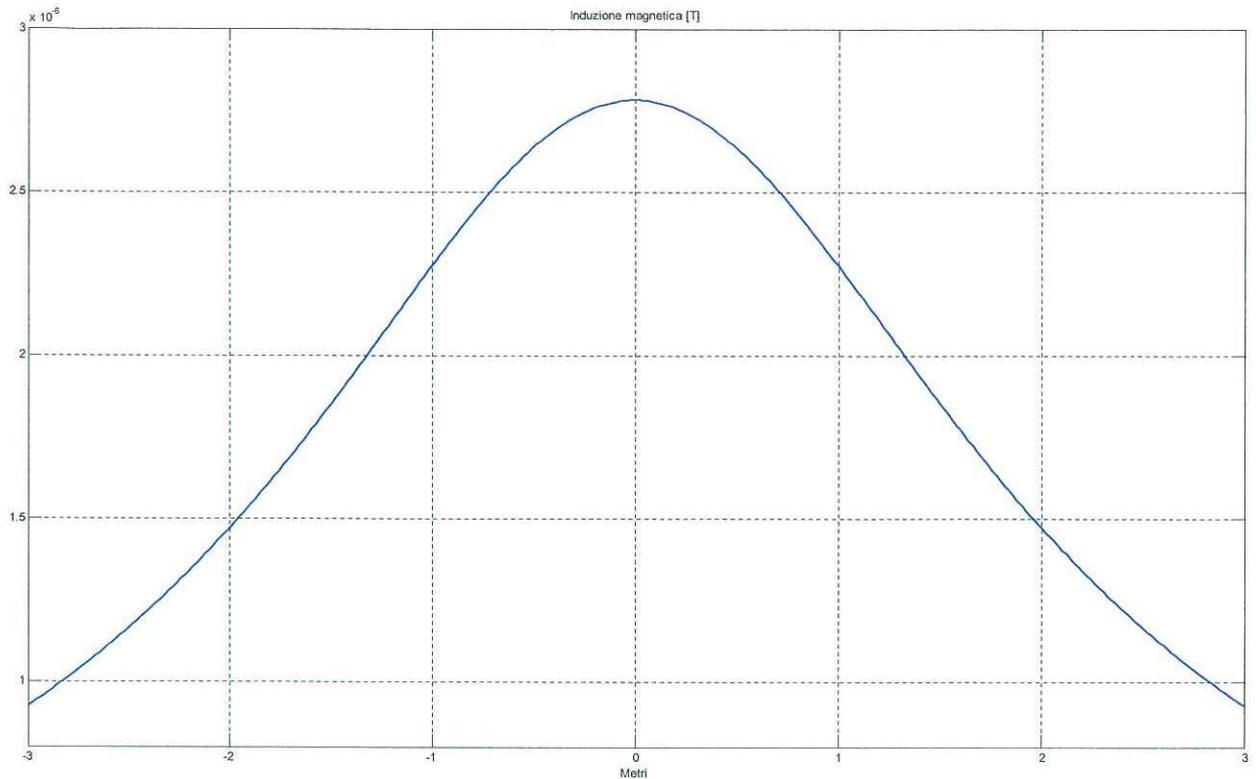


Fig. 5.2.3 : Profilo dell'induzione magnetica sulla superficie del terreno

Singola terna in cavo interrato;

Corrente al limite termico pari a 505 A;

Per contenere il livello di campo di $3 \mu\text{T}$ al di sotto del piano del terreno, la necessaria profondità di posa è stata di 2.15 m, come si può osservare dalla Fig. 5.2.1, dov'è evidenziata la linea di flusso corrispondente all'obiettivo di qualità. Nella Fig. 5.2.3 è invece riportato il profilo del campo di induzione magnetica sulla superficie del terreno, in funzione della distanza dall'asse del cavidotto che dimostra ulteriormente un valore di campo inferiore a $3 \mu\text{T}$.

6. CONCLUSIONI

Dalle simulazioni svolte sulla base delle soluzioni progettuali adottate, si può concludere che sia la nuova costruzione dell'elettrodotto di Aurisina, che il cavidotto per la sottostazione elettrica di Ronchi, non comportano problemi di compatibilità elettromagnetica legati alla coesistenza di questi impianti con le possibili attività antropiche, per via dell'assenza di luoghi tutelati nella zona limitrofa a quella individuata per la costruzione dell'elettrodotto e per via della profondità di posa del cavidotto.

In sede reale lo scenario magnetico che si presenterà, sarà comunque ancor meno "impattante" rispetto a quello mostrato dalle simulazioni, visto che nel reale esercizio e in condizioni di funzionamento non critiche degli impianti, le correnti nelle linee staranno ben al di sotto del valore limite di portata e questo conferma ulteriormente il carattere cautelativo delle attuali scelte progettuali.