

## 9. CAMPI ELETTROMAGNETICI

### 9.1 Premessa

Scopo del presente studio è la valutazione dei campi magnetici generati dall'elettrodotto a 150 kV che si svilupperà dalla centrale termoelettrica fino alla stazione elettrica di interconnessione, della S. E. elettrica di interconnessione stessa e dei tratti in entra - esci per il raccordo di quest'ultima, sia all' elettrodotto in doppia terna 220/150 kV " Pisticci –Taranto Nord", "Palagiano – Taranto Nord" e sia per il raccordo all'elettrodotto a 150kV" Palagiano – Sural" .

### 9.2 Riferimenti Normativi

Le leggi che attualmente definiscono e regolano l'inquinamento elettromagnetico derivano principalmente dalle seguenti normative:

- Legge ordinaria del Parlamento n° 339 del 28/06/1986 " Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne"
- Decreto Ministeriale n° 381 del 10/09/1998: "Regolamento recante norme per la determinazione dei tetti di radiofrequenza compatibili con la salute umana",
- Decreto Ministeriale n° 28 del 21 marzo 1988: "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne",
- Legge Quadro n° 36 del 22/02/01: "Protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici",
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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 generati dagli elettrodotti"
- Norma CEI 11 – 4: "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne"
- Norma CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo"
- PRG dei comuni di Taranto e di Massafra.

La Legge Quadro n° 36 del 22/02/01: “Protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, ha lo scopo di dettare i principi fondamentali diretti a:

- assicurare la tutela della salute dei lavoratori, delle lavoratrici e della popolazione dagli effetti dell'esposizione a determinati livelli di campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici ai sensi e nel rispetto dell'articolo 32 della Costituzione;
- assicurare la tutela dell'ambiente e del paesaggio e promuovere l'innovazione tecnologica e le azioni di risanamento volte a minimizzare l'intensità e gli effetti dei campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici secondo le migliori tecnologie disponibili.

Le disposizioni del Decreto 8 Luglio 2003 fissano limiti di esposizione e 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. Il decreto stabilisce anche un obiettivo di qualità per il campo magnetico, ai fini della progressiva minimizzazione delle esposizioni.

In particolare, il decreto stabilisce che:

- 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 (inteso come valore efficace) di:
  - 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica,
  - 5 kV/m per il campo elettrico;
- a titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine 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;
- 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.

Il decreto prevede inoltre che per la determinazione delle fasce di rispetto si debba fare riferimento all'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T ed alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto.

In questo studio verrà considerato il limite per il campo magnetico, da rispettarsi in ogni recettore, pari a 3  $\mu$ T .

### **9.3 Descrizione del tracciato e definizione dei ricettori**

Il tracciato esce in aereo dall'impianto di produzione sito nell'Area Industriale di Taranto (raffineria Eni di R&M), con orientamento Ovest, attraversa le Ferrovie Bari - Taranto e Napoli – Taranto e la SS n.106; prosegue parallelamente al SS n.106 per circa 0,8 km e, successivamente, il tracciato prosegue in cavo sotterraneo, in direzione Nord – Ovest, per una lunghezza di circa 3,8 km fino alla interferenza con il Canale della Sforvara. Durante questo tratto il tracciato è posto parallelo alla SS n. 106, al limite della fascia di rispetto della stessa, sottopassa con sistemi di perforazione adeguati, alcune infrastrutture, quali: 1° canale di scarico ILVA, binari ferroviari, rete idrica, ecc.

In corrispondenza degli attraversamenti della linea ferroviaria Napoli – Taranto e del 2° canale di scarico ILVA, il cavo sarà inserito in canalette ancorate alle travi del viadotto della SS. 106 sugli attraversamenti suddetti.

Il tracciato prosegue sempre in cavo sotterraneo percorrendo la SS n. 106 “complanaria” fino allo svincolo per il futuro Mercato Ortofrutticolo, da questo punto prosegue con orientamento Nord fino a raggiungere il punto, posto nelle vicinanze del Canale della Sforvara, dove è previsto il passaggio da cavo in aereo.

Il tracciato continua in direzione Nord – Nord – Est su terreni agricoli fino alla località Torre Trailo, dove devia in direzione Nord – Ovest per poi proseguire all'interno del corridoio tecnologico costituito da linee elettriche esistenti; dopo un percorso di circa 1,12 km il tracciato compie una variazione di direzione per allontanarsi da alcune case d'abitazione, per poi rientrare nel corridoio dopo circa 0,7 km.

Il tracciato prosegue, sempre all'interno di detto corridoio, raggiungendo il territorio del Comune di Massafra, sottopassa successivamente la linea elettrica 220/150 Taranto – Palagiano,, attraversa superiormente la linea MT, quindi devia verso Ovest per raggiungere la Stazione Elettrica di Connessione.

La nuova Stazione Elettrica di Connessione sarà collegata con due raccordi a semplice terna alla linea a 150 kV Taranto – Palagiano e con ulteriori due raccordi alla linea a 150 kV Palagiano – Sural Il territorio attraversato dal tratto aereo e dai raccordi è costituito prevalentemente da terreni dedicati a seminativo e a culture pregiate (vigneti, uliveti, agrumeti, ecc), mentre il tratto in cavo sotterraneo interessa strade e fasce di rispetto (stradali o di futuro metanodotto).

La lunghezza totale del tracciato è di 12,7 km circa.

Il tracciato ricade nei Comuni di Taranto per 8,5 km circa (di cui 3,8 km in cavo sotterraneo) e di Massafra per 4,2 km circa di cui 1,00 km ne costituisce i raccordi di entra – esci.

Nell'area dove si svilupperà l'elettrodotto e dove verrà costruita la Centrale di Interconnessione sono presenti diverse abitazioni (in prossimità dei punti indicati in Figura 9.3-A) che rappresentano i potenziali "recettori critici" per i quali è necessario valutare gli impatti dei campi magnetici generati dall'opera.

Inoltre si ricorda che nello studio è stato adottato il criterio di mantenere per l'altezza minima dei conduttori sul terreno lungo il tracciato il valore di 12.00 m, arrotondamento in eccesso del minimo di 6,29 m stabilito dal D.M 16 gennaio 1991.

**Figura 9.3-A Carta del tracciato dell'elettrodotto e dei recettori critici**

## 9.4 Stima degli impatti

### 9.4.1 Premessa metodologica

Il calcolo dei campi elettromagnetici è stato effettuato secondo quanto previsto dalla Norma CEI 211-4: "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche". Essa considera la linea infinitamente lunga e consente di calcolare i campi magnetici secondo una sezione trasversale della linea stessa.

Il software di calcolo utilizzato elabora le componenti verticali e orizzontali del campo magnetico prodotto dai singoli conduttori, tenendo conto dei loro sfasamenti, combina le varie componenti e fornisce come output principale il valore efficace del campo magnetico risultante.

Per il calcolo dell'induzione magnetica si ricorre alla legge di Biot - Savart che esprime in un generico punto dello spazio il valore dell'induzione magnetica "B" generata da un conduttore rettilineo percorso da una corrente "I" attraverso la formula:

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \frac{I}{r} \vec{u}_I \times \vec{u}_r$$

dove è stato utilizzata la seguente notazione:

$$\mu_0 = 4\pi 10^{-7} \frac{Wb}{Am} = \text{permeabilità magnetica del vuoto}$$

$r =$  distanza tra il conduttore ed il punto di calcolo

$\vec{u}_r =$  vettore di modulo uno che indica la direzione tra il conduttore ed il punto di calcolo

$\vec{u}_I =$  vettore di modulo uno che indica il verso della corrente,

$\times =$  prodotto vettoriale. Il vettore induzione magnetica è cioè perpendicolare al piano individuato dai vettori  $\vec{u}_r$  e  $\vec{u}_I$ .

#### 9.4.2 Campi magnetici indotti dall'elettrodotto di raccordo

L'elettrodotto in esame è lungo circa 12700 m e sarà realizzato con la configurazione caratteristica dei sostegni a semplice ed a doppia terna ed il sostegno speciale per la realizzazione dei sottopassi; come previsto da unificazione ENEL

Per il trasporto dell'energia elettrica saranno utilizzati conduttori singoli in Alluminio-Acciaio di diametro 31,5 mm

Le caratteristiche elettriche dell'elettrodotto sono (per ciascuna terna):

|   |     |      |
|---|-----|------|
| Tensione nominale   | 150 | kV   |
| Tensione massima del sistema                                | 170 | kV   |
| Tensione di tenuta ad impulso atmosferico (1,2/50 $\mu$ s)  | 325 | kV   |
| Tensione di tenuta ad impulso di manovra (250/2500 $\mu$ s) | 750 | kV   |
| Corrente nominale   | 800 | A    |
| Potenza nominale  | 210 | MVA. |

La linea in esame è costruita da una tratta in cavo sotterraneo di circa 3,8 km ed una parte in aereo di circa 8,9 km, per una parte di questa ultima tratta il tracciato si inserisce tra due linee elettriche esistenti a formare un corridoio tecnologico ( linea a 150 kV Taranto Nord-Sural-Palagiano ed una linea MT).

Il calcolo è stato eseguito per le combinazioni indicate di seguito.

1. Linea in cavo sotterraneo:

due terne di cavi posti ad una profondità minima di 1,50m in formazione a trifoglio distanti 1,00 m:

- Una terna caricata con 800A, l'altra terna scarica o viceversa (Tabella 9.4-A);
- Due terne caricate con 400A (Tabella 9.4-B).

2. - Linea aerea:

Tratta su palificata aerea in doppia terna per altezze al suolo di 12 m e 18 m;

- Una terna caricata con 800A, l'altra terna scarica o viceversa (Tabella 9.4-C);

- Due terne caricate con 400A (tabella 9.4-D);

3. Linea aerea in corridoio tecnologico:

Si è supposto il parallelismo con una linea MT a 20 kV il cui asse dista 30 m dall'asse della linea Enipower e con una linea a 150 kV semplice terna il cui asse dista 40 m dalla linea Enipower e, rispetto a questa, situata dalla parte opposta della linea MT

- Una terna caricata con 800A, l'altra terna scarica o viceversa( Tabella 9.4-F);
- Linea 150 kV Taranto Nord-Sural-Palagiano caricata con 270A;
- Linea MT caricata con 202A.

Il tracciato rispetta il dettato dell'art. 4 del DPCM 08-07-2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001, che impone un valore limite di qualità dei campi magnetici di 3  $\mu$ T, a tal proposito vedere le Figura 9.5.A che riporta le isolinee del campo magnetico ed i potenziali "recettori critici".

Al funzionamento della linea elettrica ad alta tensione è associato un rumore dovuto all'effetto corona, che risulta più elevato in condizioni di alta umidità atmosferica e di pioggia.

I livelli di gradiente superficiale della linea in progetto sono così ridotti da considerare praticamente inesistente il disturbo che può derivare alle popolazioni, come del resto l'esperienza di alcuni decenni dimostra.

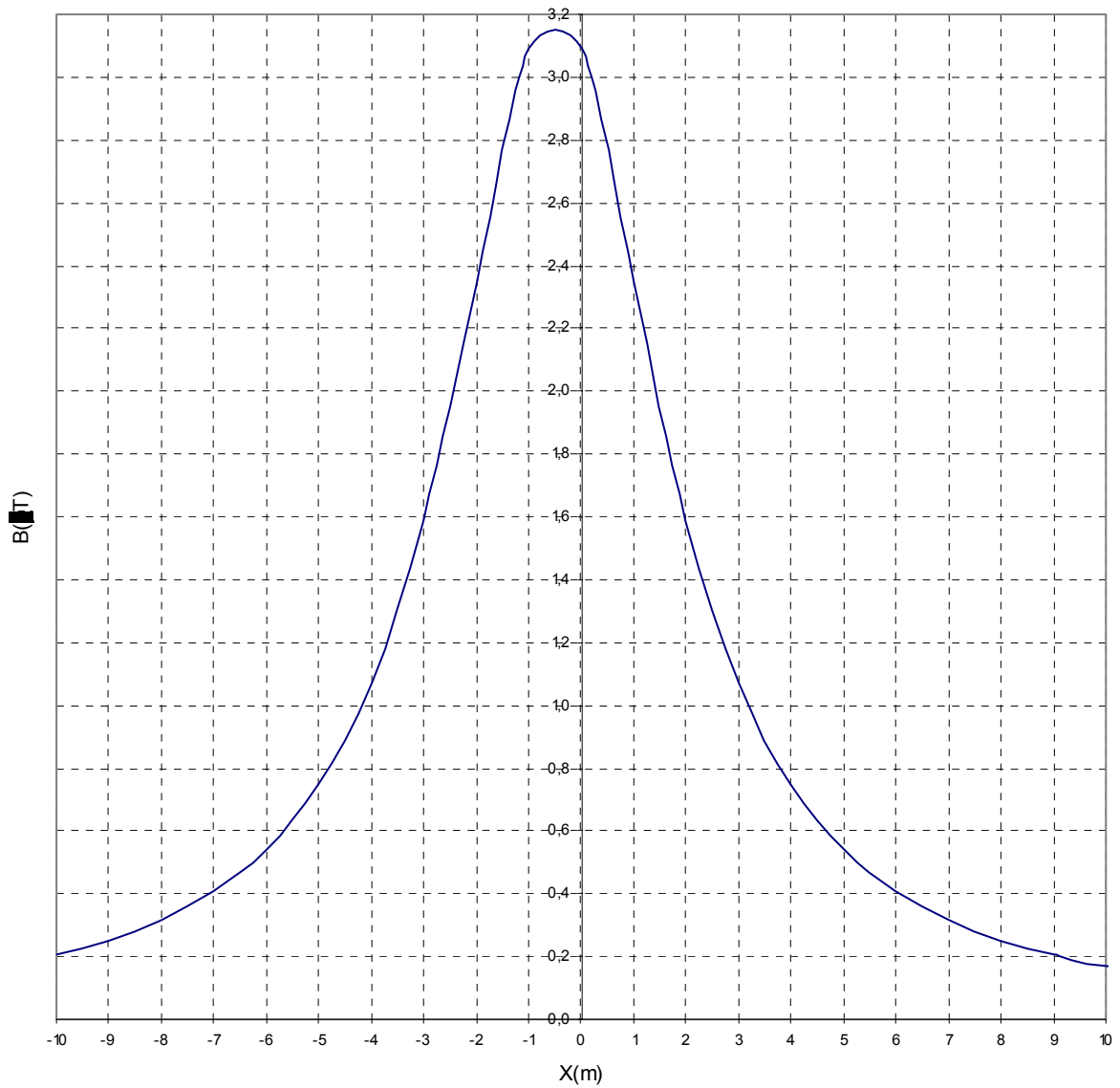


|              |               | Prima terna             |                         |                         | Seconda terna            |                          |                          |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>I (A)</b> | <b>I' (A)</b> | <b>x<sub>1</sub>(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>(m)</b> | <b>x<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 800          | 0             | -0,45                   | -0,50                   | -0,55                   | 0,45                     | 0,55                     | 0,50                     |
| <b>q(m)</b>  |               | <b>h<sub>1</sub>(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>(m)</b> | <b>h<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 1            |               | -1,5                    | -1,413                  | -1,5                    | -1,5                     | -1,5                     | -1,413                   |

| <b>x(m)</b> | <b>B(μT)</b> |
|-------------|--------------|
| -10         | 0,20384      |
| -9          | 0,25067      |
| -8          | 0,31499      |
| -7          | 0,40619      |
| -6          | 0,54026      |
| -5          | 0,74527      |
| -4          | 1,07011      |
| -3          | 1,58984      |
| -2          | 2,35109      |
| -1          | 3,09119      |
| 0           | 3,09119      |
| 1           | 2,35109      |
| 2           | 1,58984      |
| 3           | 1,07011      |
| 4           | 0,74527      |
| 5           | 0,54026      |
| 6           | 0,40619      |
| 7           | 0,31499      |
| 8           | 0,25067      |
| 9           | 0,20384      |
| 10          | 0,16880      |

**Tabella 9.4-A Campo Magnetico Linea in cavo a 150 kV doppia terna a trifoglio**

**ENIPOWER - TARANTO**  
**CAMPO MAGNETICO**  
Doppia terna a 150 kV in cavo a trifoglio  
 $I = 800 \text{ A} / I' = 0 \text{ A}$

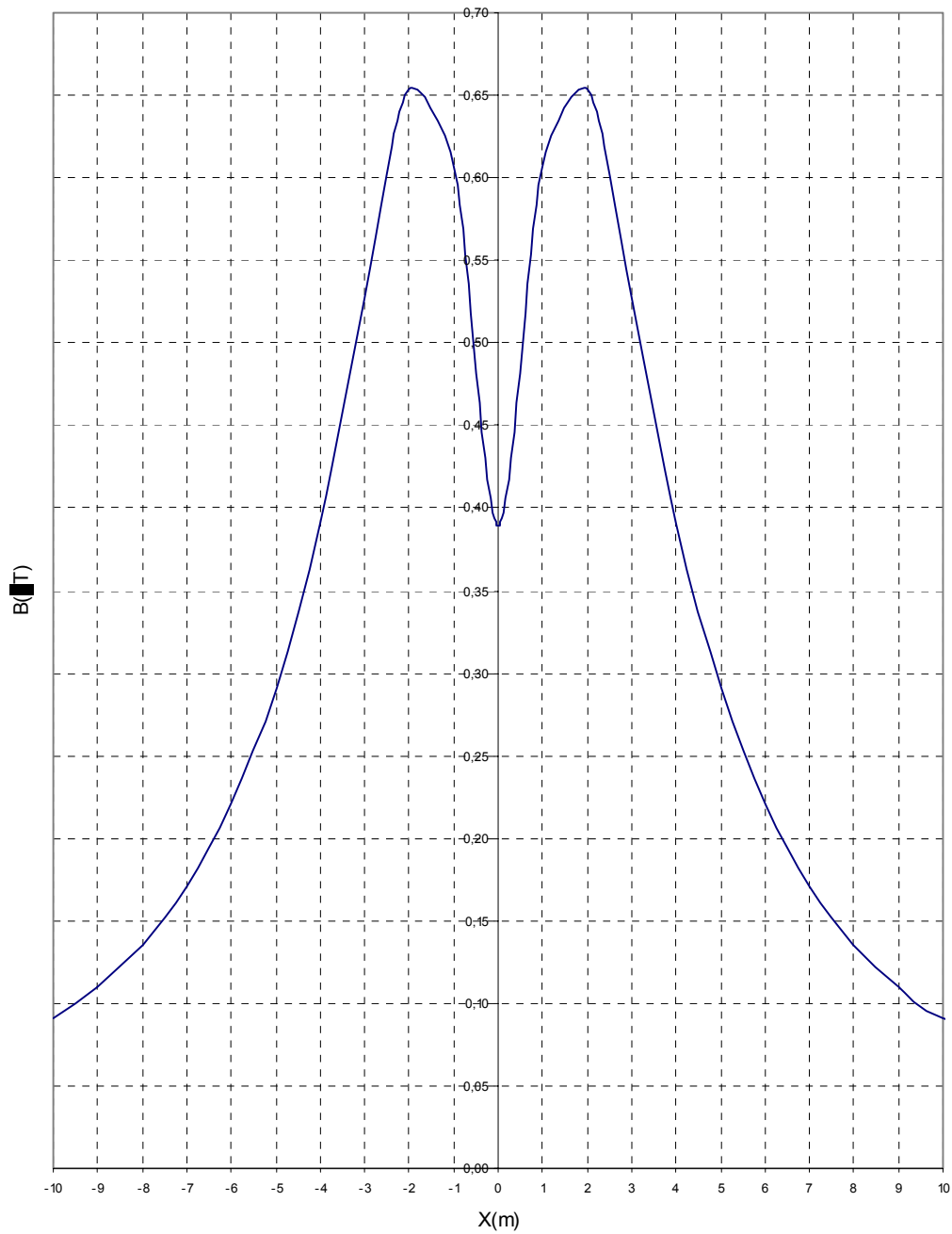


|              |               | Prima terna             |                         |                         | Seconda terna            |                          |                          |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>I (A)</b> | <b>I' (A)</b> | <b>x<sub>1</sub>(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>(m)</b> | <b>x<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 400          | 400           | -0,45                   | -0,50                   | -0,55                   | 0,45                     | 0,55                     | 0,50                     |
| <b>q(m)</b>  |               | <b>h<sub>1</sub>(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>(m)</b> | <b>h<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 1            |               | -1,5                    | -1,413                  | -1,5                    | -1,5                     | -1,5                     | -1,413                   |

| <b>x(m)</b> | <b>B(μT)</b> |
|-------------|--------------|
| -10         | 0,09068      |
| -9          | 0,10993      |
| -8          | 0,13567      |
| -7          | 0,17092      |
| -6          | 0,22036      |
| -5          | 0,29105      |
| -4          | 0,39208      |
| -3          | 0,52673      |
| -2          | 0,65351      |
| -1          | 0,60562      |
| 0           | 0,38935      |
| 1           | 0,60562      |
| 2           | 0,65351      |
| 3           | 0,52673      |
| 4           | 0,39208      |
| 5           | 0,29105      |
| 6           | 0,22036      |
| 7           | 0,17092      |
| 8           | 0,13567      |
| 9           | 0,10993      |
| 10          | 0,09068      |

**Tabella 9.4-B Campo Magnetico Linea in cavo a 150 kV doppia terna a trifoglio**

**ENIPOWER - TARANTO**  
**CAMPO MAGNETICO**  
Doppia terna a 150 kV in cavo a trifoglio  
 $I = I' = 400 \text{ A}$

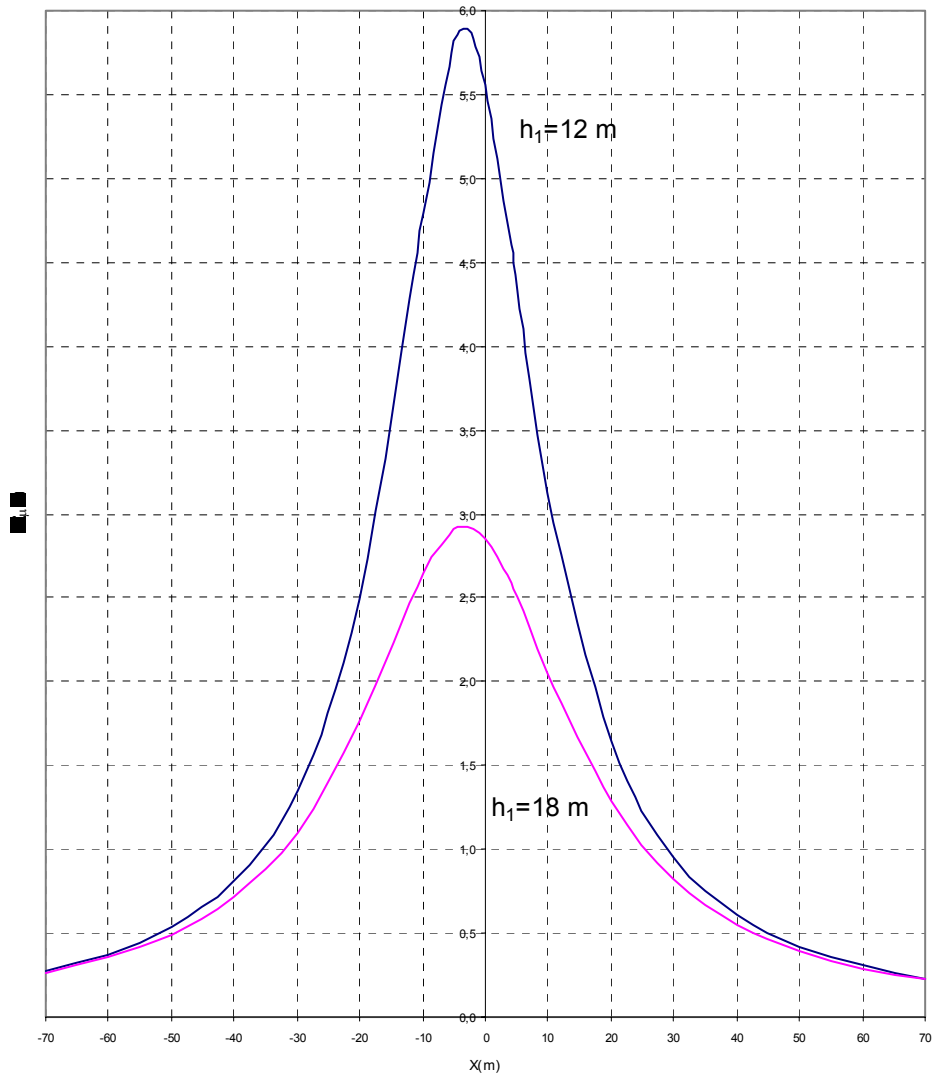


|              |               | Prima terna             |                         |                         | Seconda terna            |                          |                          |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>I (A)</b> | <b>I' (A)</b> | <b>x<sub>1</sub>(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>(m)</b> | <b>x<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 800          | 0             | -3,5                    | -3,2                    | -3,0                    | 3,0                      | 3,2                      | 3,5                      |
| <b>q(m)</b>  |               | <b>h<sub>1</sub>(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>(m)</b> | <b>h<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 1            |               | 12,0                    | 16,7                    | 21,4                    | 21,4                     | 16,7                     | 12,0                     |
|              |               | 18,0                    | 22,7                    | 27,4                    | 27,4                     | 22,7                     | 18,0                     |

| <b>x(m)</b> | <b>B(μT )<br/>h<sub>1</sub>=12,0</b> | <b>B(μT )<br/>h<sub>1</sub>=18,0</b> |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| -70         | 0,27646                              | 0,26403                              |
| -60         | 0,37460                              | 0,35219                              |
| -50         | 0,53342                              | 0,48926                              |
| -40         | 0,81139                              | 0,71393                              |
| -30         | 1,34793                              | 1,10014                              |
| -20         | 2,49304                              | 1,76146                              |
| -10         | 4,79135                              | 2,64229                              |
| -5          | 5,81598                              | 2,90926                              |
| -4          | 5,88607                              | 2,92579                              |
| -3          | 5,89373                              | 2,92802                              |
| -2          | 5,83860                              | 2,91589                              |
| -1          | 5,72479                              | 2,88981                              |
| 0           | 5,56007                              | 2,85058                              |
| 1           | 5,35459                              | 2,79939                              |
| 2           | 5,11934                              | 2,73767                              |
| 3           | 4,86493                              | 2,66701                              |
| 4           | 4,60069                              | 2,58910                              |
| 5           | 4,33430                              | 2,50560                              |
| 10          | 3,12528                              | 2,05431                              |
| 20          | 1,64368                              | 1,28962                              |
| 30          | 0,95653                              | 0,82383                              |
| 40          | 0,61208                              | 0,55455                              |
| 50          | 0,42114                              | 0,39297                              |
| 60          | 0,30598                              | 0,29079                              |
| 70          | 0,23176                              | 0,22292                              |

**Tabella 9.4-C Campo magnetico Linea aerea a 150 kV doppia terna**

**ENIPOWER - TARANTO**  
**CAMPO MAGNETICO**  
**Linea aerea 150 kV doppia terna**  
**I = 800 A / I' = 0 A**

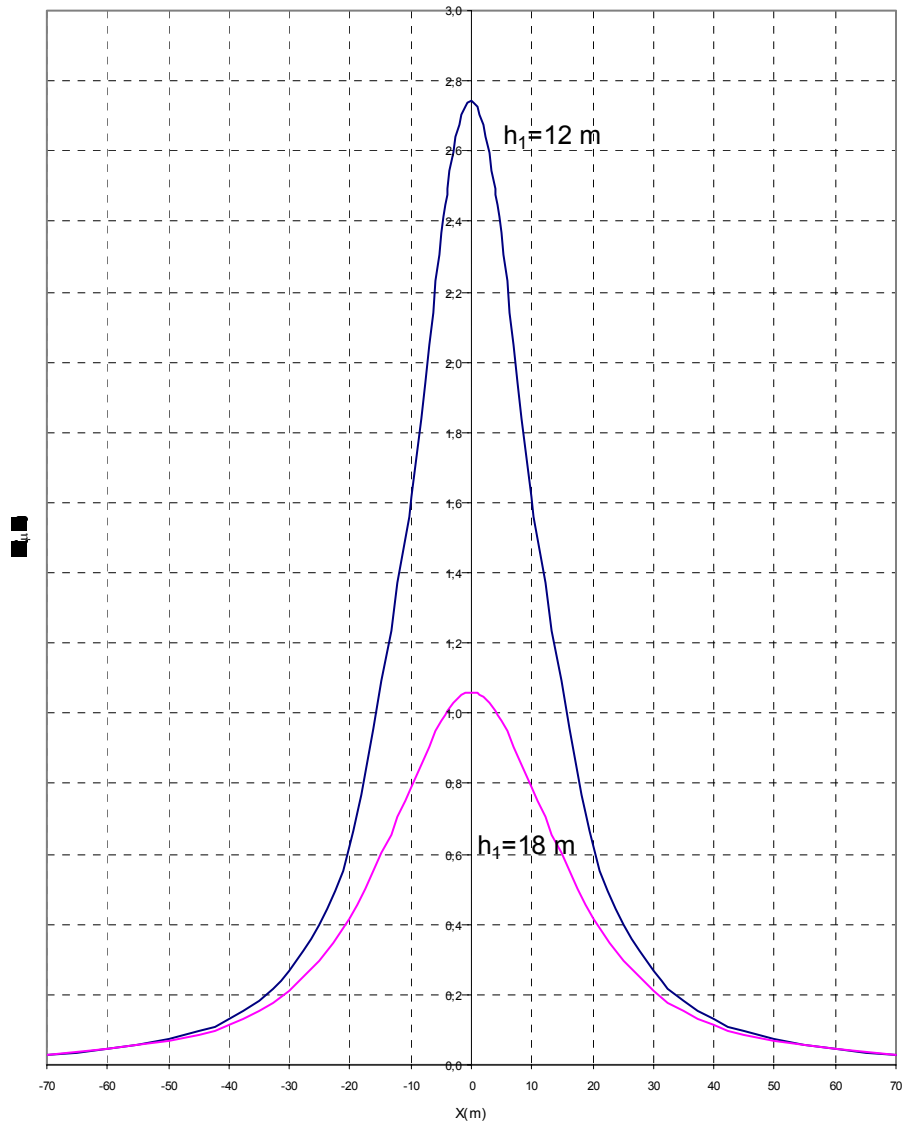


|              |               | Prima terna             |                         |                         | Seconda terna            |                          |                          |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>I (A)</b> | <b>I' (A)</b> | <b>x<sub>1</sub>(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>(m)</b> | <b>x<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 400          | 400           | -3,5                    | -3,2                    | -3,0                    | 3,0                      | 3,2                      | 3,5                      |
| <b>q(m)</b>  |               | <b>h<sub>1</sub>(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>(m)</b> | <b>h<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 1            |               | 12,0                    | 16,7                    | 21,4                    | 21,4                     | 16,7                     | 12,0                     |
|              |               | 18,0                    | 22,7                    | 27,4                    | 27,4                     | 22,7                     | 18,0                     |

| <b>x(m)</b> | <b>B(μT )<br/>h<sub>1</sub>=12,0</b> | <b>B(μT )<br/>h<sub>1</sub>=18,0</b> |
|-------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| -70         | 0,03040                              | 0,27646                              |
| -60         | 0,04584                              | 0,37460                              |
| -50         | 0,07422                              | 0,53342                              |
| -40         | 0,13191                              | 0,81139                              |
| -30         | 0,26525                              | 1,34793                              |
| -20         | 0,62221                              | 2,49304                              |
| -10         | 1,61942                              | 4,79135                              |
| -5          | 2,36869                              | 5,81598                              |
| -4          | 2,49421                              | 5,88607                              |
| -3          | 2,59861                              | 5,89373                              |
| -2          | 2,67696                              | 5,83860                              |
| -1          | 2,72552                              | 5,72479                              |
| 0           | 2,74197                              | 5,56007                              |
| 1           | 2,72552                              | 5,35459                              |
| 2           | 2,67696                              | 5,11934                              |
| 3           | 2,59861                              | 4,86493                              |
| 4           | 2,49421                              | 4,60069                              |
| 5           | 2,36869                              | 4,33430                              |
| 10          | 1,61942                              | 3,12528                              |
| 20          | 0,62221                              | 1,64368                              |
| 30          | 0,26526                              | 0,95653                              |
| 40          | 0,13191                              | 0,61208                              |
| 50          | 0,07422                              | 0,42114                              |
| 60          | 0,04584                              | 0,30598                              |
| 70          | 0,03040                              | 0,23176                              |

**Tabella 9.4-D Campo Magnetico Linea aerea a 150 kV doppia terna**

**ENIPOWER - TARANTO**  
**CAMPO MAGNETICO**  
 Linea aerea 150 kV doppia terna  
 $I = I' = 400 \text{ A}$





## Linea aerea a 150 kV doppia terna

|              |               | Prima terna             |                         |                         | Seconda terna            |                          |                          |
|--------------|---------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <b>I (A)</b> | <b>I' (A)</b> | <b>x<sub>1</sub>(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>(m)</b> | <b>x<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 800          | 0             | -3,5                    | -3,2                    | -3,0                    | 3,0                      | 3,2                      | 3,5                      |
| <b>q(m)</b>  |               | <b>h<sub>1</sub>(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>(m)</b> | <b>h<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 1            |               | 12,0                    | 16,7                    | 21,4                    | 21,4                     | 16,7                     | 12,0                     |
| <b>I (A)</b> | <b>I' (A)</b> | <b>x<sub>1</sub>(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>(m)</b> | <b>x<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 0            | 800           | -3,5                    | -3,2                    | -3,0                    | 3,0                      | 3,2                      | 3,5                      |
| <b>q(m)</b>  |               | <b>h<sub>1</sub>(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>(m)</b> | <b>h<sub>1</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>'(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>'(m)</b> |
| 1            |               | 12,0                    | 16,7                    | 21,4                    | 21,4                     | 16,7                     | 12,0                     |

## Linea aerea a 20 kV semplice terna

|              |                         |                         |                         |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>I (A)</b> | <b>x<sub>1</sub>(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>(m)</b> |
| 202          | -31,5                   | -28,9                   | -31,1                   |
| <b>q(m)</b>  | <b>h<sub>1</sub>(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>(m)</b> |
| 1            | 7,00                    | 7,96                    | 8,92                    |

## Linea aerea a 150 kV semplice terna

|              |                         |                         |                         |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| <b>I (A)</b> | <b>x<sub>1</sub>(m)</b> | <b>x<sub>2</sub>(m)</b> | <b>x<sub>3</sub>(m)</b> |
| 270          | 36,5                    | 43,0                    | 37,1                    |
| <b>q(m)</b>  | <b>h<sub>1</sub>(m)</b> | <b>h<sub>2</sub>(m)</b> | <b>h<sub>3</sub>(m)</b> |
| 1            | 8,00                    | 10,00                   | 12,00                   |

Linea aerea a 150 kV doppia terna  $I = 800 \text{ A} / I' = 0 \text{ A}$

Parallelismo con MT e ST 150 kV

| x(m) | B( $\mu\text{T}$ ) |
|------|--------------------|
| -80  | 0,25987            |
| -70  | 0,34568            |
| -60  | 0,48739            |
| -50  | 0,76043            |
| -40  | 1,45374            |
| -35  | 2,08377            |
| -30  | 2,06532            |
| -25  | 1,85471            |
| -20  | 2,42997            |
| -15  | 3,42618            |
| -10  | 4,69552            |
| -5   | 5,66513            |
| -3   | 5,71974            |
| -2   | 5,65457            |
| -1   | 5,53222            |
| 0    | 5,36070            |
| 1    | 5,15020            |
| 2    | 4,91167            |
| 3    | 4,65553            |
| 5    | 4,12530            |
| 10   | 2,92951            |
| 15   | 2,06799            |
| 20   | 1,51958            |
| 25   | 1,34485            |
| 30   | 1,93860            |
| 35   | 3,57577            |
| 40   | 4,46605            |
| 50   | 2,21832            |
| 60   | 0,95948            |
| 70   | 0,53982            |
| 80   | 0,35634            |

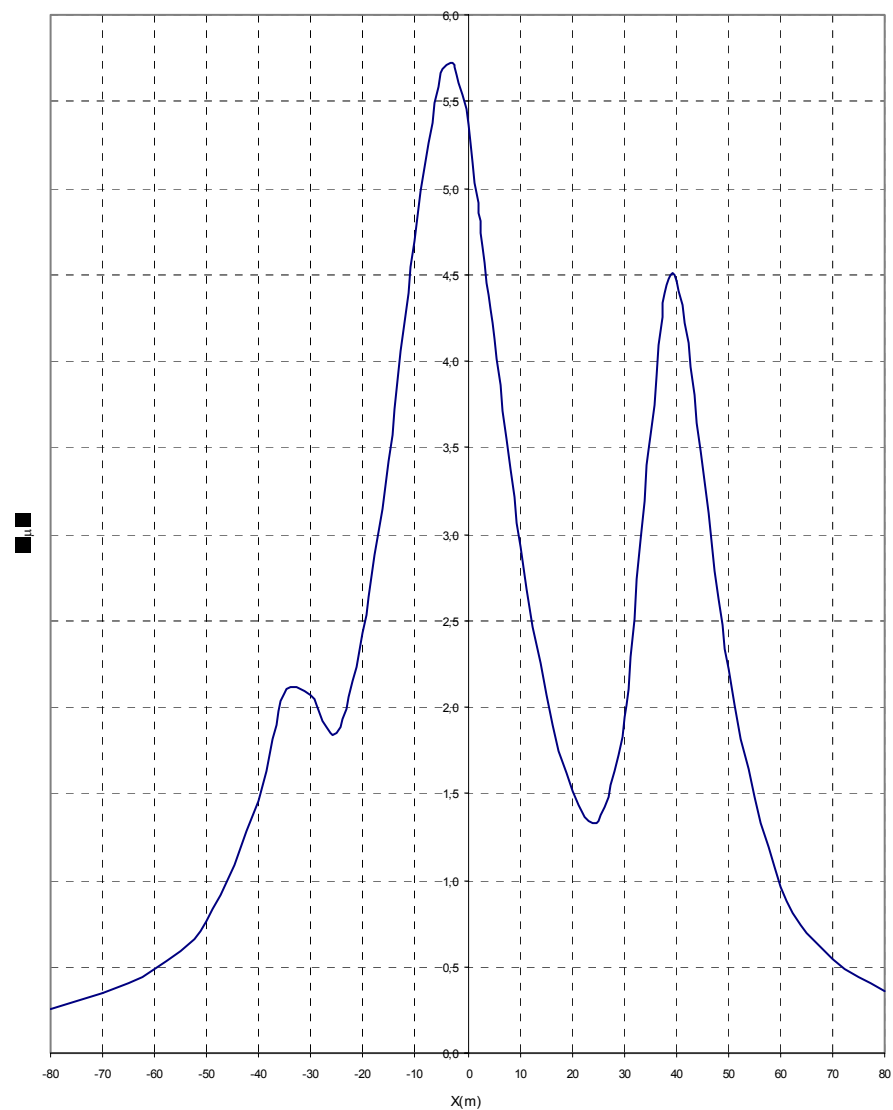


Tabella 9.4-E Campo Magnetico Linea aerea a 150 kV doppia terna  $I = 800 \text{ A} / I' = 0 \text{ A}$

Linea aerea a 150 kV doppia terna  $I = 0 \text{ A} / I' = 800 \text{ A}$

Parallelismo con MT e ST 150 kV

| x(m) | B( $\mu\text{T}$ ) |
|------|--------------------|
| -80  | 0,14969            |
| -70  | 0,18788            |
| -60  | 0,24198            |
| -50  | 0,33615            |
| -40  | 0,81175            |
| -35  | 1,88742            |
| -30  | 3,03705            |
| -25  | 2,32147            |
| -20  | 1,97745            |
| -15  | 2,36404            |
| -10  | 3,20985            |
| -5   | 4,44374            |
| -3   | 4,99404            |
| -2   | 5,25946            |
| -1   | 5,50606            |
| 0    | 5,72288            |
| 1    | 5,89850            |
| 2    | 6,02245            |
| 3    | 6,08666            |
| 5    | 6,02354            |
| 10   | 5,02649            |
| 15   | 3,79252            |
| 20   | 2,97248            |
| 25   | 2,76162            |
| 30   | 3,34647            |
| 35   | 4,47886            |
| 40   | 4,46770            |
| 50   | 1,94156            |
| 60   | 0,74063            |
| 70   | 0,38293            |
| 80   | 0,24351            |

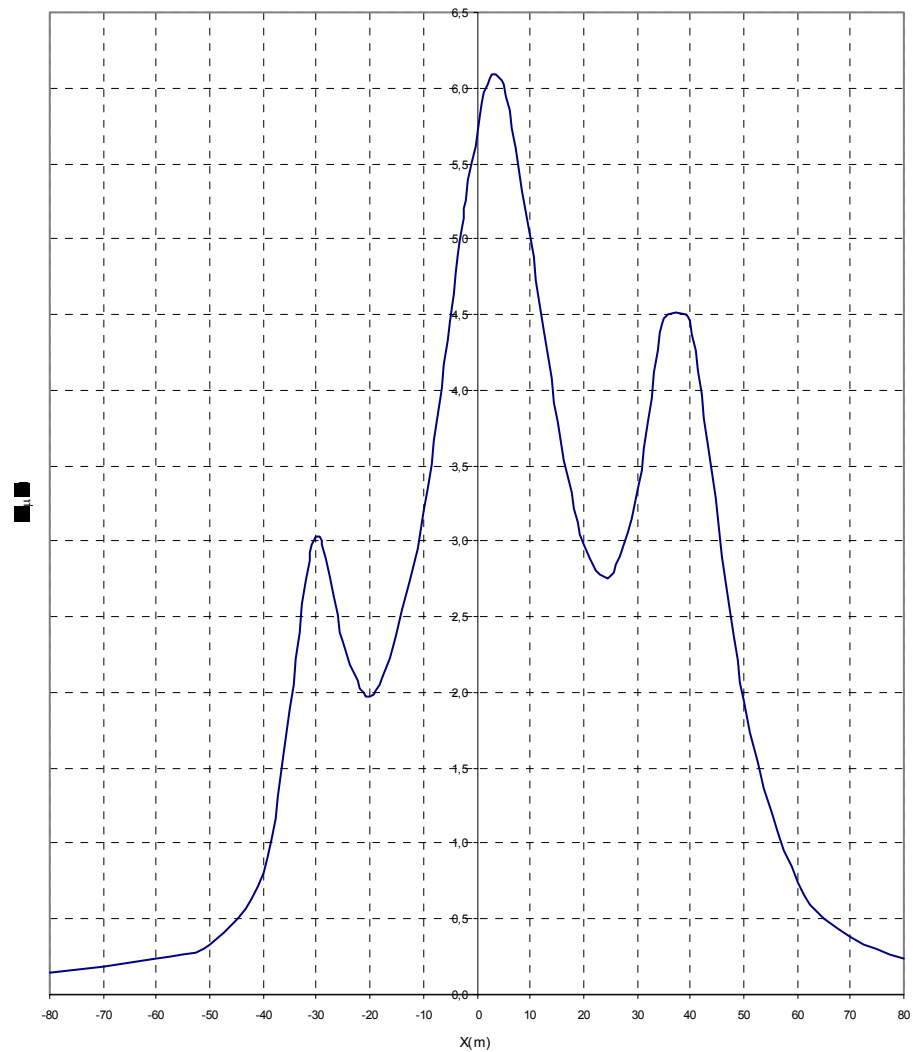


Tabella 9.4-F campo magnetico Linea aerea a 150 kV doppia terna  $I = 0 \text{ A} / I' = 800 \text{ A}$

### 9.4.3 *Campi magnetici indotti dalla stazione di interconnessione*

La stazione di connessione permetterà di collegare alla rete nazionale di a 150 kV la potenza generata dalla Centrale a ciclo combinato di Taranto.

La stazione elettrica sarà ubicata nei pressi della Masseria Zicolillo ed occuperà un'area rettangolare di 140mx90m.

La stazione di interconnessione alla rete di trasmissione nazionale è costituita da da una sezione a 150 kV a doppia sbarra con isolamento in aria, con n. 10 stalli di linea (centrale 1 e 2, due linee per Palagiano e Taranto Nord, due linee per Palagiano e Sural, due stalli per il parallelo e due linee 2 future).

Anche in tal caso la valutazione dei campi magnetici è stata effettuata secondo le raccomandazioni della Norma CEI 211-4.

Il calcolo è stato eseguito per alcune sezioni significative della stazione elettrica in esame, come riportato nella Figura 9.4-A.



Come si nota, nella stazione sono presenti, oltre all'arrivo linea dalla centrale di Taranto, anche le partenze relative ai raccordi con gli elettrodotti esistenti a 150 kV Taranto Nord-Palagiano e Palagiano –Sural.

Per il calcolo dei campi magnetici si è considerato che:

- la corrente che fluisce nella linea di collegamento centrale-stazione AT sia pari a 405A per terna;
- il flusso di energia negli elettrodotti esistenti sia diretto prevalentemente dalla stazione rispettivamente verso Palagiano e verso Sural, e abbia intensità di corrente uguale a 360A per ciascuna direzione.

Per tutte le sezioni di calcolo, inoltre, è stato dimezzato il valore della corrente che interessa la linea di collegamento con la stazione, in quanto tale linea si può considerare infinitamente lunga solo nel verso di allontanamento dalla stazione AT considerata.

I calcoli sono stati eseguiti in corrispondenza dell'entra-esci Palagiano –Sural (sezione 1) ed in corrispondenza delle entrate del collegamento Centrale-Stazione (sezione 2) non considerando, in questo caso, l'effetto positivo dell'uscita verso Taranto Nord. E' stato inoltre ripetuto il calcolo per questa sezione, nel caso in cui una delle due terne verso la Centrale sia fuori servizio e tutta la corrente fluisca nella terna integra (810 A)

I risultati del calcolo sono riportati in Figura 9.4-B e Figura 9.4-C.

Per quanto riguarda i campi magnetici interni alla S.E., le apparecchiature previste e le geometrie dell'impianto di AT sono analoghe a quelle di altri impianti già in esercizio, dove sono state effettuate verifiche sperimentali dei campi elettromagnetici al suolo nelle diverse condizioni di esercizio, con particolare attenzione alle zone di transito del personale (strade interne).

Essendo la stazione esercita in teleconduzione, la presenza di personale è limitata agli interventi per manutenzione.

Figura 9.4-B: Grafico dell'andamento del campo magnetico lungo la sezione 1

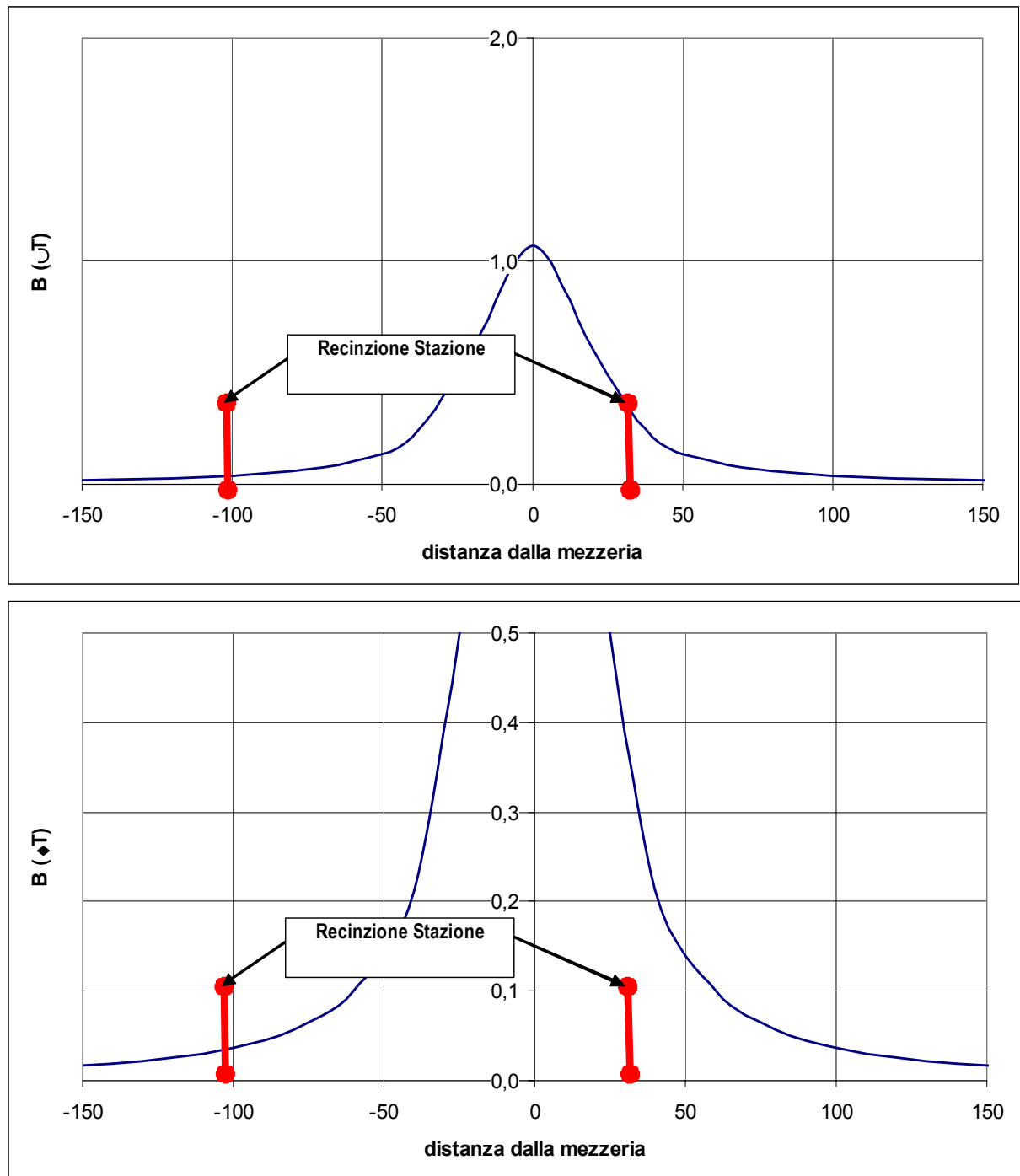
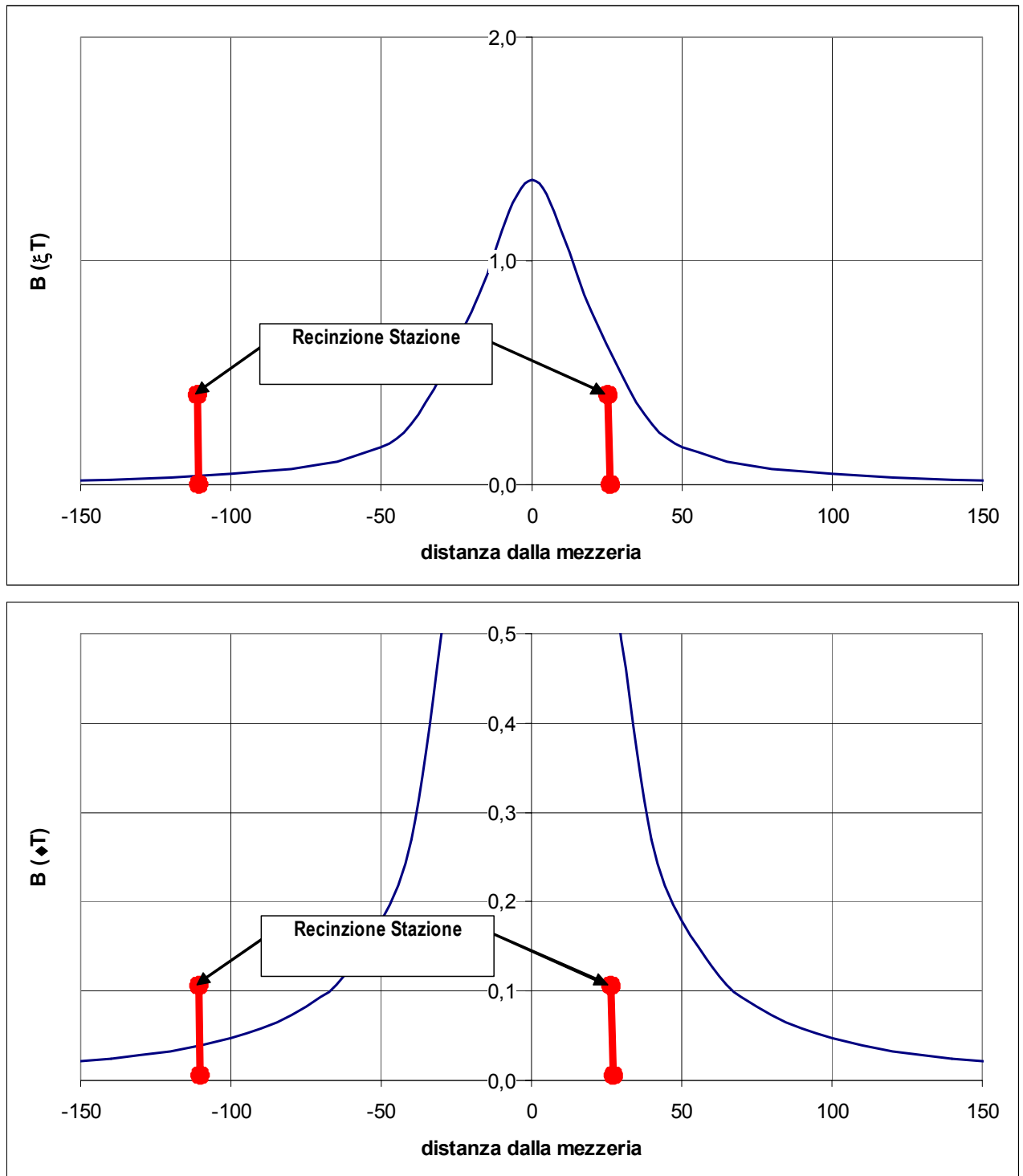


Figura 9.4-C: Grafico dell'andamento del campo magnetico lungo la sezione 2





#### 9.4.4 Campi magnetici indotti dai raccordi a 150 kV alla stazione di connessione

In questo paragrafo sono stati valutati i campi magnetici generati dai Raccordi a 150 kV di collegamento della Stazione di Connessione agli elettrodotti a 150 kV Taranto Nord-Palagiano e Palagiano –Sural. Per tutte le sezioni di calcolo è stato dimezzato il valore della corrente che interessa i raccordi di collegamento con la stazione, in quanto tali raccordi si possono considerare infinitamente lunghi solo nel verso di allontanamento dalla stazione AT considerata.

Il calcolo è stato eseguito per le combinazioni indicate di seguito.

##### 1-Linea aerea 220/150 kV Taranto Nord – Palagiano/Pisticci:

Sono stati considerati sostegni a doppia terna aventi le dimensioni del tipo unificato ENEL e conduttore  $\phi 31,5$  mm.

- Due terne caricate con 500A ciascuna (fig.9.4.D);
- Distanza minima dei conduttori dal suolo: 15m.

##### 2- Raccordi a 150 kV alla Palagiano – Sural (Raccordi A e B):

Sono stati considerati sostegni a semplice terna aventi le dimensioni del tipo unificato ENEL e conduttore  $\phi 31,5$  mm.

- Due semplice terne caricate con 270A ciascuna (fig.9.4.E);
- Distanza minima dei conduttori dal suolo: 15m;
- Distanza media tra i due raccordi: 15m.

##### 3- Raccordi a 150 kV Centrale 2 e Taranto Nord (Raccordo D):

Si è supposto il parallelismo tra il raccordo Centrale 2 ed il raccordo Taranto Nord (raccordo D) , con la massima corrente sul raccordo Centrale 2 ed il raccordo D fuori esercizio.

Sono stati considerati sostegni a semplice terna aventi le dimensioni del tipo unificato ENEL e conduttore  $\phi 31,5$  mm. Vedere fig.9.4.F

- Raccordo Centrale 2 caricato con 810A ;
- Raccordo Taranto Nord caricato con 500A ;
- Distanza minima dei conduttori dal suolo: 15m;
- Distanza tra i due raccordi: 22m.

#### 4- Raccordi 150 kV Centrale 1 – Centrale 2:

Si è supposto il parallelismo tra il raccordo Centrale 1 ed il raccordo Centrale 1, con la massima corrente sul raccordo Centrale 2 ed il raccordo Centrale 1 fuori esercizio.

Sono stati considerati sostegni a semplice terna aventi le dimensioni del tipo unificato ENEL e conduttore  $\phi$  31,5 mm. Vedere fig.9.4.G

- Raccordo Centrale 2 caricato con 810A, oppure 405A ;
- Raccordo Centrale 1 fuori servizio, oppure 405A;
- Distanza minima dei conduttori dal suolo: 15m;
- Distanza media tra i due raccordi: 20m.

#### 5- Linea 150 kV Palagiano – Sural con linea MT:

Si è considerato il parallelismo tra la linea Palagiano – Sural con la linea MT.

Sono stati considerati sostegni a semplice terna aventi le dimensioni del tipo unificato ENEL e conduttore  $\phi$  22,8 mm per la linea a 150 kV e conduttore  $\square$  15,85 mm per la linea MT. Vedere fig.9.4.H

- Linea Palagiano – Sural caricata con 270A;
- Linea MT caricata con 202A;
- Distanza minima dei conduttori dal suolo: 10 e 7m;
- Distanza media tra le due linee: 55m.

#### 6 - Linea 150 kV Palagiano – Sural con linea MT:

Sono stati considerati sostegni a semplice in piano verticale terna aventi le dimensioni del tipo unificato ENEL e conduttore  $\phi$  31,5 mm.

- Una terna caricata con 500A (fig.9.4-I);
- Distanza minima dei conduttori dal suolo: 15m.

#### 7 - Linea 150 kV Raccordo C:

Sono stati considerati sostegni a semplice terna aventi le dimensioni del tipo unificato ENEL e conduttore  $\phi$  31,5 mm.

- Una terna caricata con 500A (fig.9.4.J);
- Distanza minima dei conduttori dal suolo: 15m.

| CAMPO MAGNETICO - Doppia Terna |           |           |           |           |           |           |         |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| $I_A$ (kA)                     | $x_A$ (m) | $x_B$ (m) | $x_C$ (m) | $y_A$ (m) | $y_B$ (m) | $y_C$ (m) | $h$ (m) |
| 0,5                            | -4,40     | -5,40     | -4,00     | 15,00     | 21,00     | 27,00     | 1,00    |
| $I_A$ (kA)                     | $x_D$ (m) | $x_E$ (m) | $x_F$ (m) | $y_D$ (m) | $y_E$ (m) | $y_F$ (m) |         |
| 0,5                            | 4,40      | 5,40      | 4,00      | 15,00     | 21,00     | 27,00     |         |

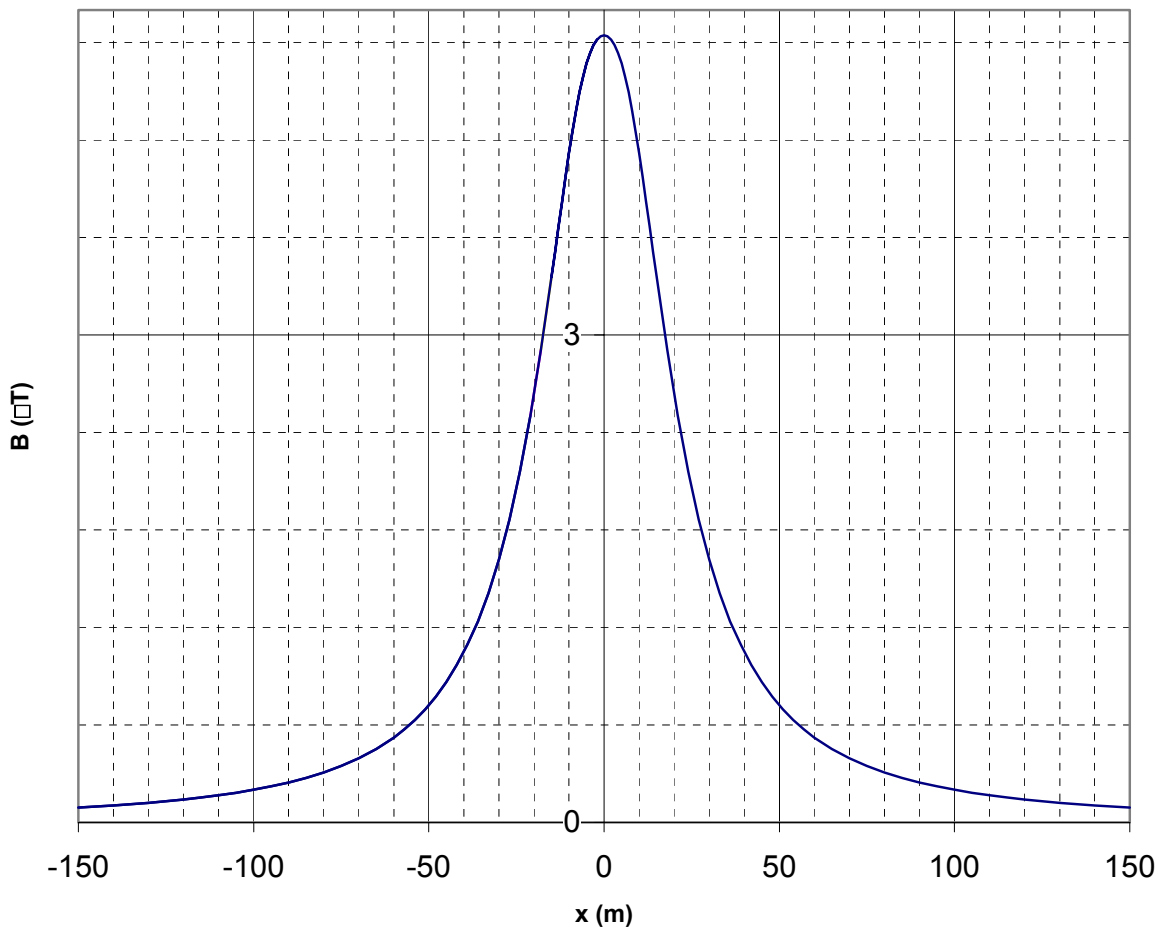


Figura 9.4-D

| CAMPO MAGNETICO - Doppia Terna |           |           |           |           |           |           |         |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| $I_A$ (kA)                     | $x_A$ (m) | $x_B$ (m) | $x_C$ (m) | $y_A$ (m) | $y_B$ (m) | $y_C$ (m) | $h$ (m) |
| 0,27                           | -11,00    | -4,50     | -10,40    | 15,00     | 17,00     | 19,00     | 1,00    |
| $I_A$ (kA)                     | $x_D$ (m) | $x_E$ (m) | $x_F$ (m) | $y_D$ (m) | $y_E$ (m) | $y_F$ (m) |         |
| 0,27                           | 4,50      | 10,50     | 4,50      | 19,00     | 17,00     | 15,00     |         |

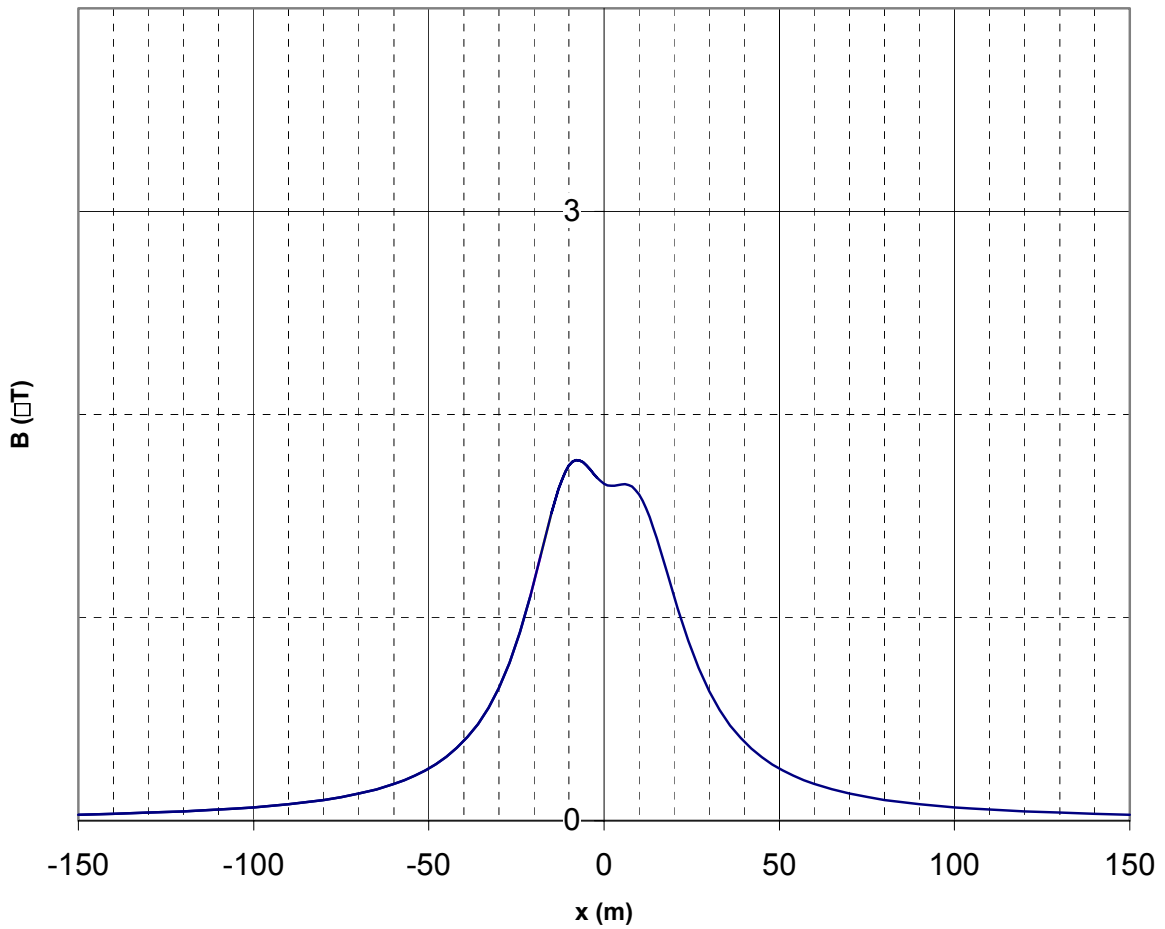


Figura 9.4-E

| CAMPO MAGNETICO - Doppia Terna |           |           |           |           |           |           |         |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| $I_A$ (kA)                     | $x_A$ (m) | $x_B$ (m) | $x_C$ (m) | $y_A$ (m) | $y_B$ (m) | $y_C$ (m) | $h$ (m) |
| 0,5                            | -13,90    | -8,00     | -14,50    | 30,00     | 32,00     | 34,00     | 1,00    |
| $I_A$ (kA)                     | $x_D$ (m) | $x_E$ (m) | $x_F$ (m) | $y_D$ (m) | $y_E$ (m) | $y_F$ (m) |         |
| 0,81                           | 18,43     | 11,00     | 3,53      | 15,00     | 15,00     | 15,00     |         |

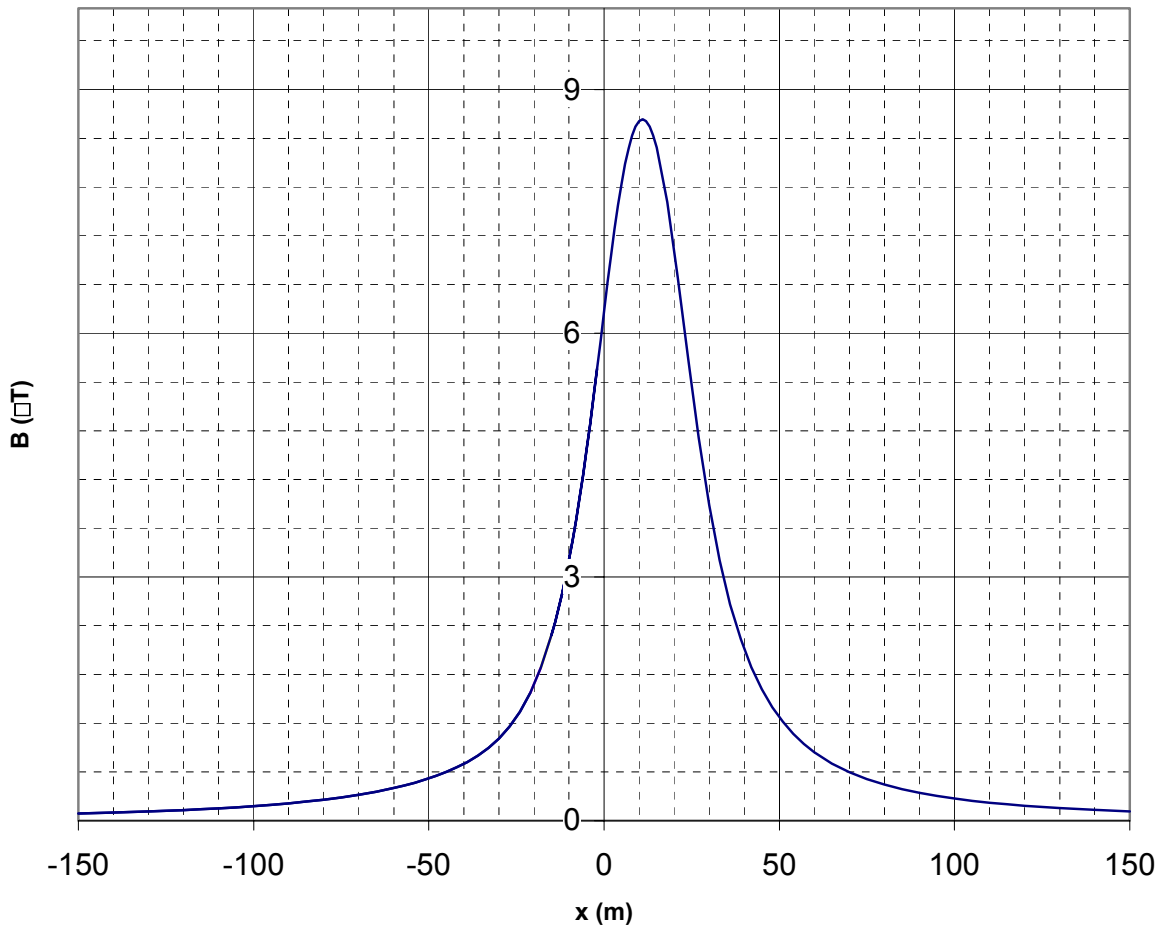


Figura 9.4-F

| CAMPO MAGNETICO - Doppia Terna |           |           |           |           |           |           |         |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| $I_A$ (kA)                     | $x_A$ (m) | $x_B$ (m) | $x_C$ (m) | $y_A$ (m) | $y_B$ (m) | $y_C$ (m) | $h$ (m) |
| 0                              | -17,43    | -10,00    | -2,57     | 15,00     | 15,00     | 15,00     | 1,00    |
| $I_A$ (kA)                     | $x_D$ (m) | $x_E$ (m) | $x_F$ (m) | $y_D$ (m) | $y_E$ (m) | $y_F$ (m) |         |
| 0,81                           | 2,57      | 10,00     | 17,43     | 15,00     | 15,00     | 15,00     |         |

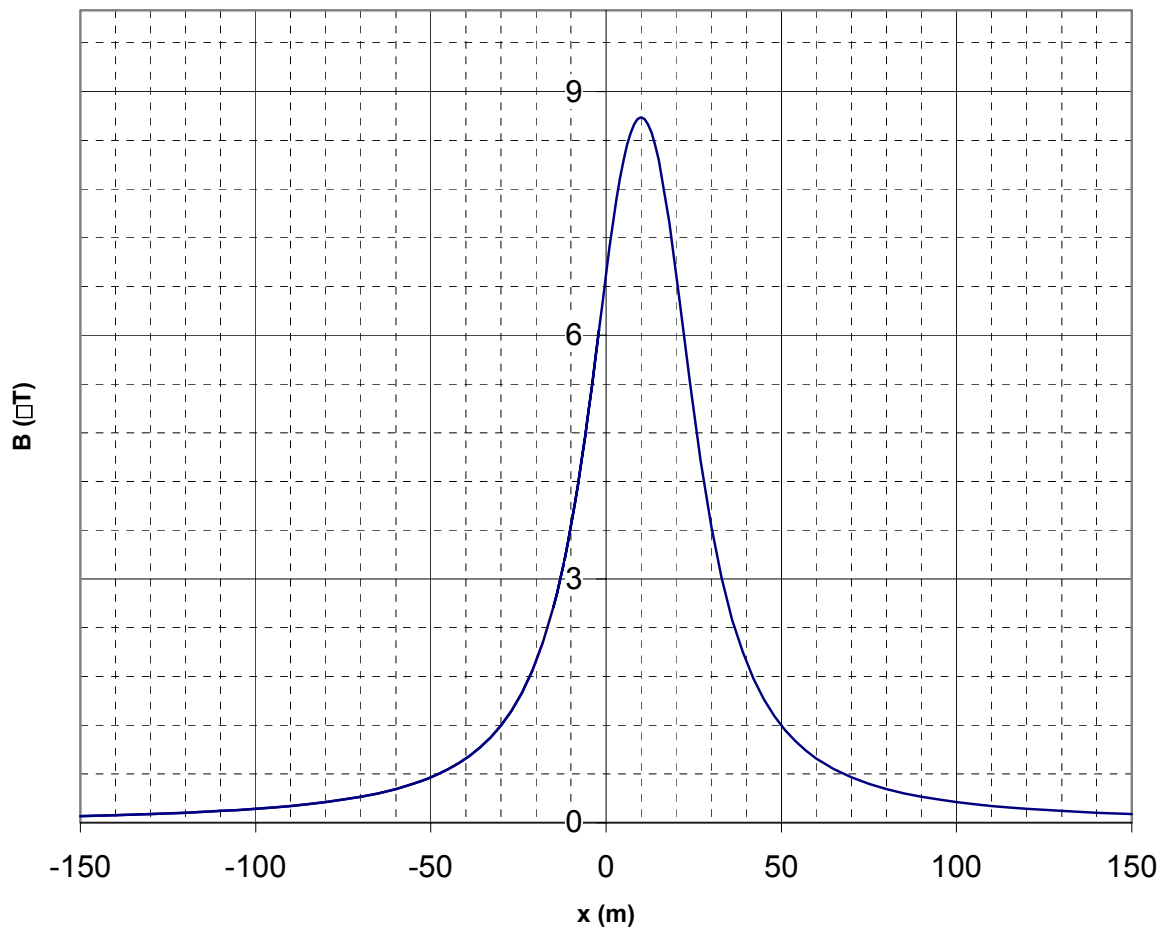


Figura 9.4-G

| CAMPO MAGNETICO - Doppia Terna |           |           |           |           |           |           |         |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| $I_A$ (kA)                     | $x_A$ (m) | $x_B$ (m) | $x_C$ (m) | $y_A$ (m) | $y_B$ (m) | $y_C$ (m) | $h$ (m) |
| 0,27                           | -28,60    | -26,50    | -28,60    | 7,00      | 8,10      | 9,20      | 1,00    |
| $I_A$ (kA)                     | $x_D$ (m) | $x_E$ (m) | $x_F$ (m) | $y_D$ (m) | $y_E$ (m) | $y_F$ (m) |         |
| 0,202                          | 24,60     | 30,50     | 24,00     | 10,00     | 12,00     | 14,00     |         |

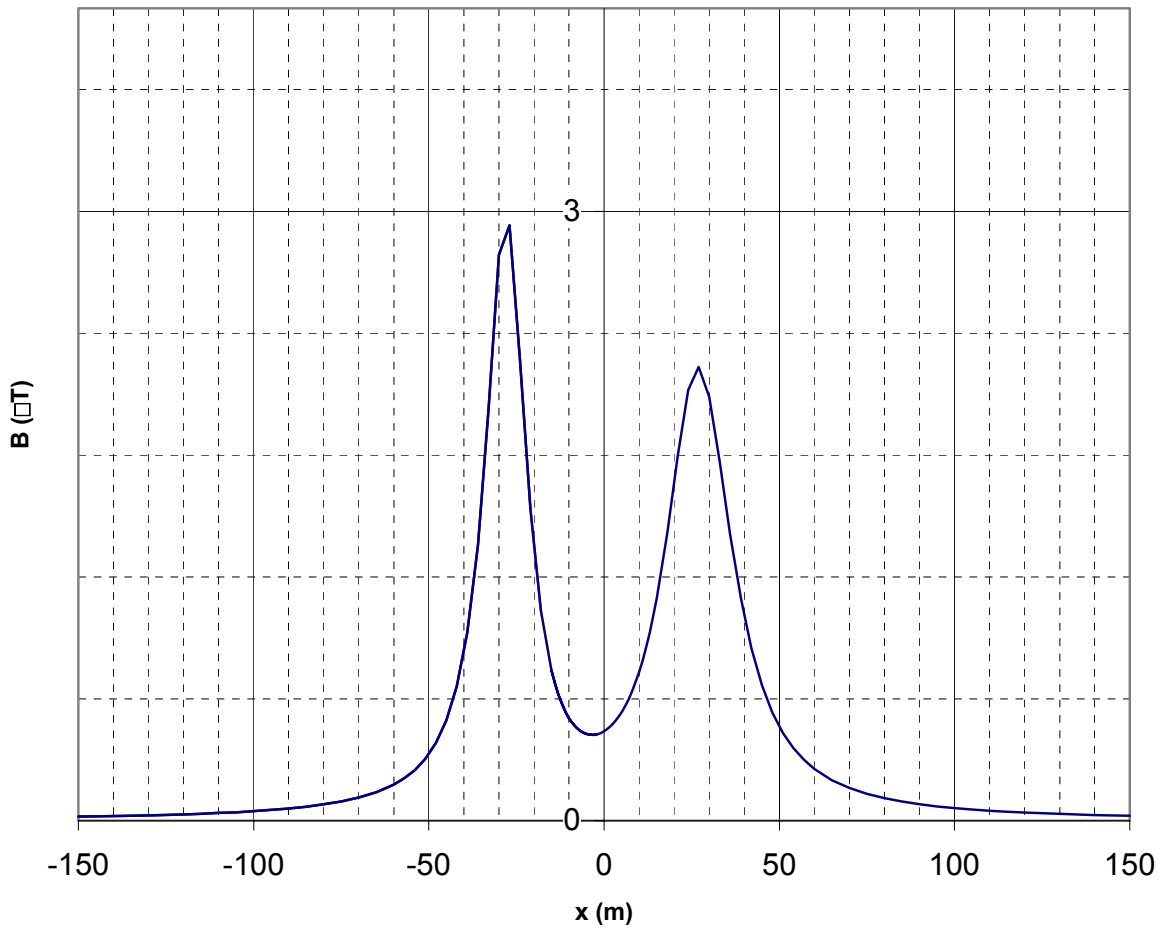


Figura 9.4-H

| CAMPO MAGNETICO - Doppia Terna |           |           |           |           |           |           |         |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| $I_A$ (kA)                     | $x_A$ (m) | $x_B$ (m) | $x_C$ (m) | $y_A$ (m) | $y_B$ (m) | $y_C$ (m) | $h$ (m) |
| 0,5                            | -4,40     | -5,40     | -4,00     | 15,00     | 21,00     | 27,00     | 1,00    |
| $I_A$ (kA)                     | $x_D$ (m) | $x_E$ (m) | $x_F$ (m) | $y_D$ (m) | $y_E$ (m) | $y_F$ (m) |         |
| 0                              | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      |         |

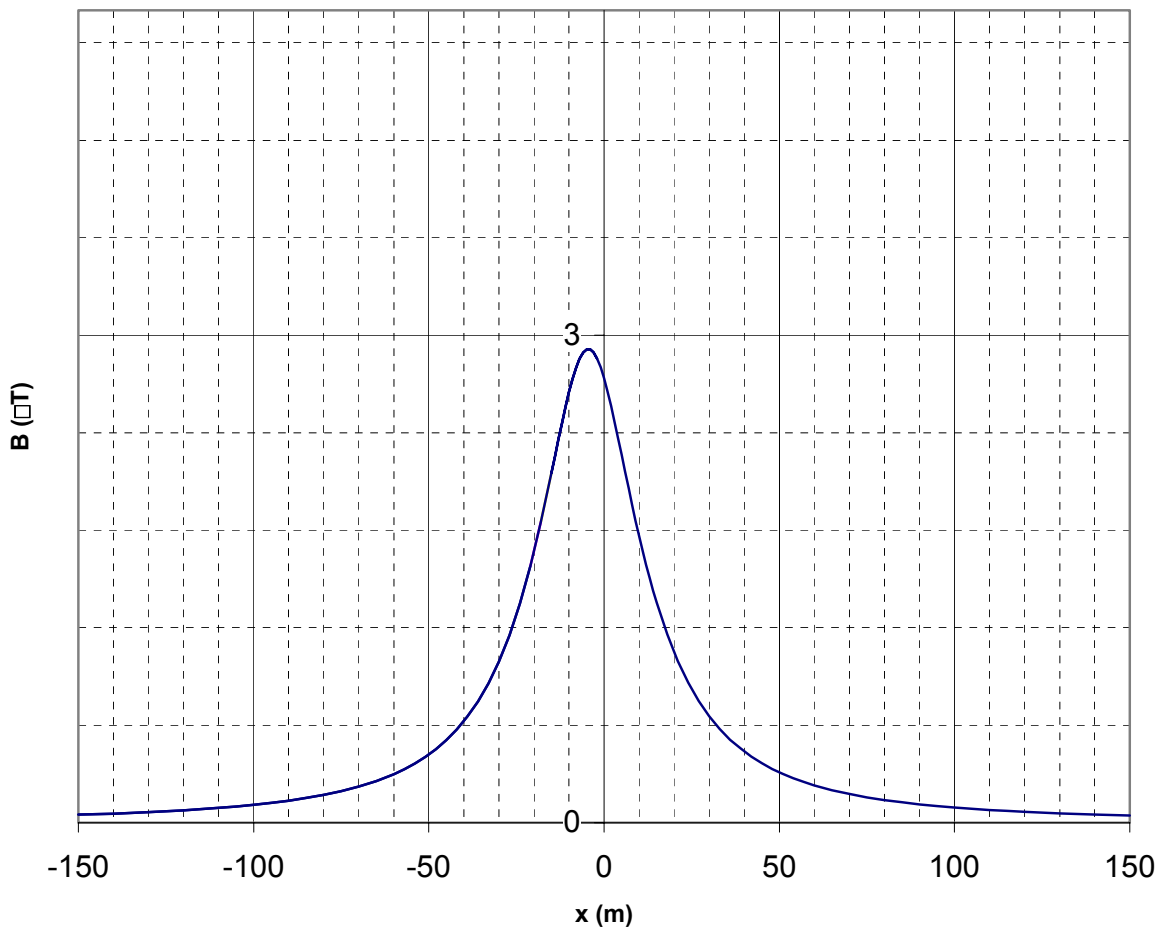


Figura 9.4-I



| CAMPO MAGNETICO - Doppia Terna |           |           |           |           |           |           |         |
|--------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------|
| $I_A$ (kA)                     | $x_A$ (m) | $x_B$ (m) | $x_C$ (m) | $y_A$ (m) | $y_B$ (m) | $y_C$ (m) | $h$ (m) |
| 0,5                            | -13,90    | -8,00     | -14,50    | 15,00     | 17,00     | 19,00     | 1,00    |
| $I_A$ (kA)                     | $x_D$ (m) | $x_E$ (m) | $x_F$ (m) | $y_D$ (m) | $y_E$ (m) | $y_F$ (m) |         |
| 0                              | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      | 0,00      |         |

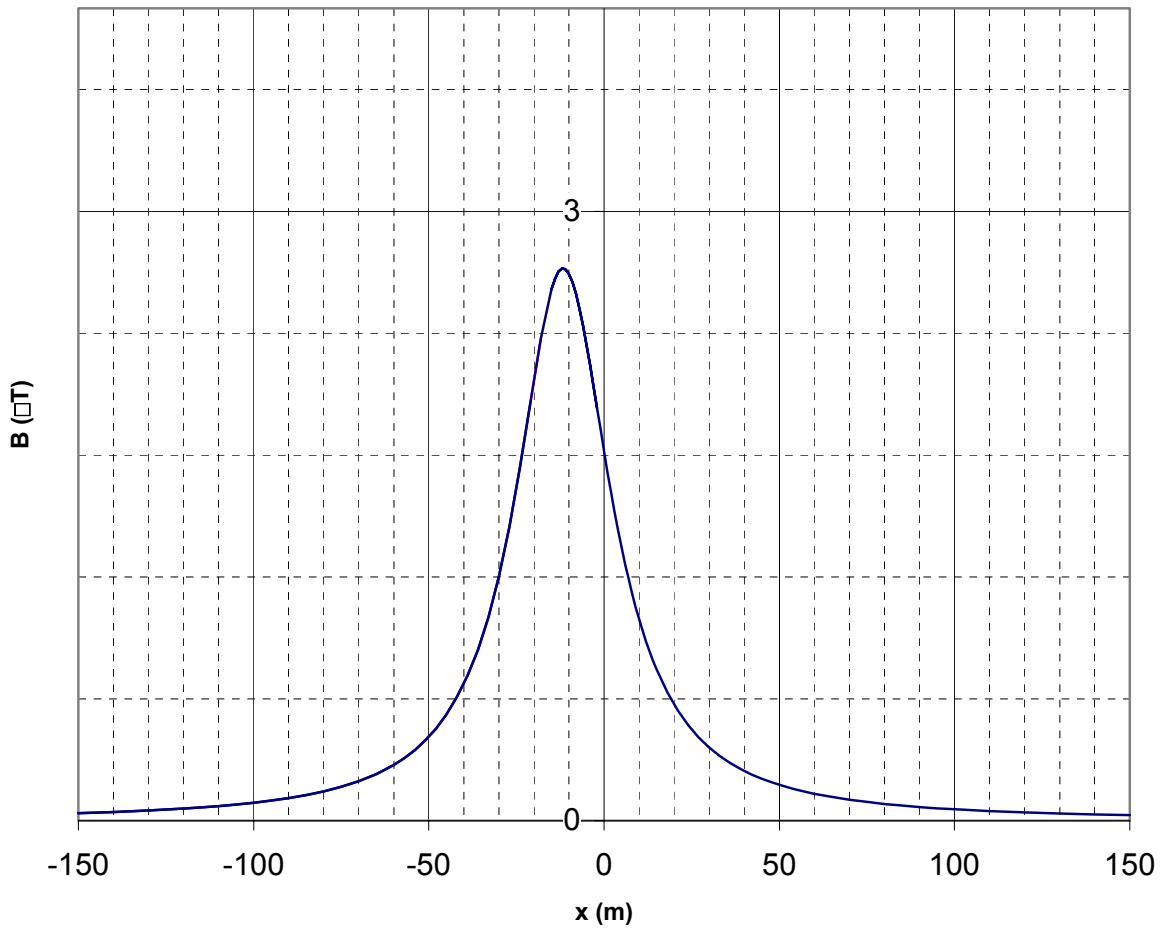


Figura 9.4-J

### **9.5 Valutazione degli impatti**

Nella Figura 9.5-A e B sono state riportate le isolinee dell'induzione magnetica corrispondenti al valore di  $3 \mu\text{T}$ .

Si noti che per la linea in cavo non è stato possibile graficamente rappresentare l'isolinea  $3 \mu\text{T}$ , in quanto vicinissima al cavo e ricadente sotto il tratto grafico del cavo stesso.

Nell'area interessata dall'insieme delle opere precedentemente descritte sono presenti poche abitazioni.

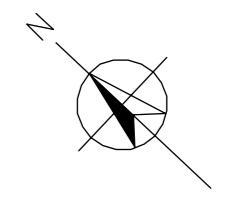
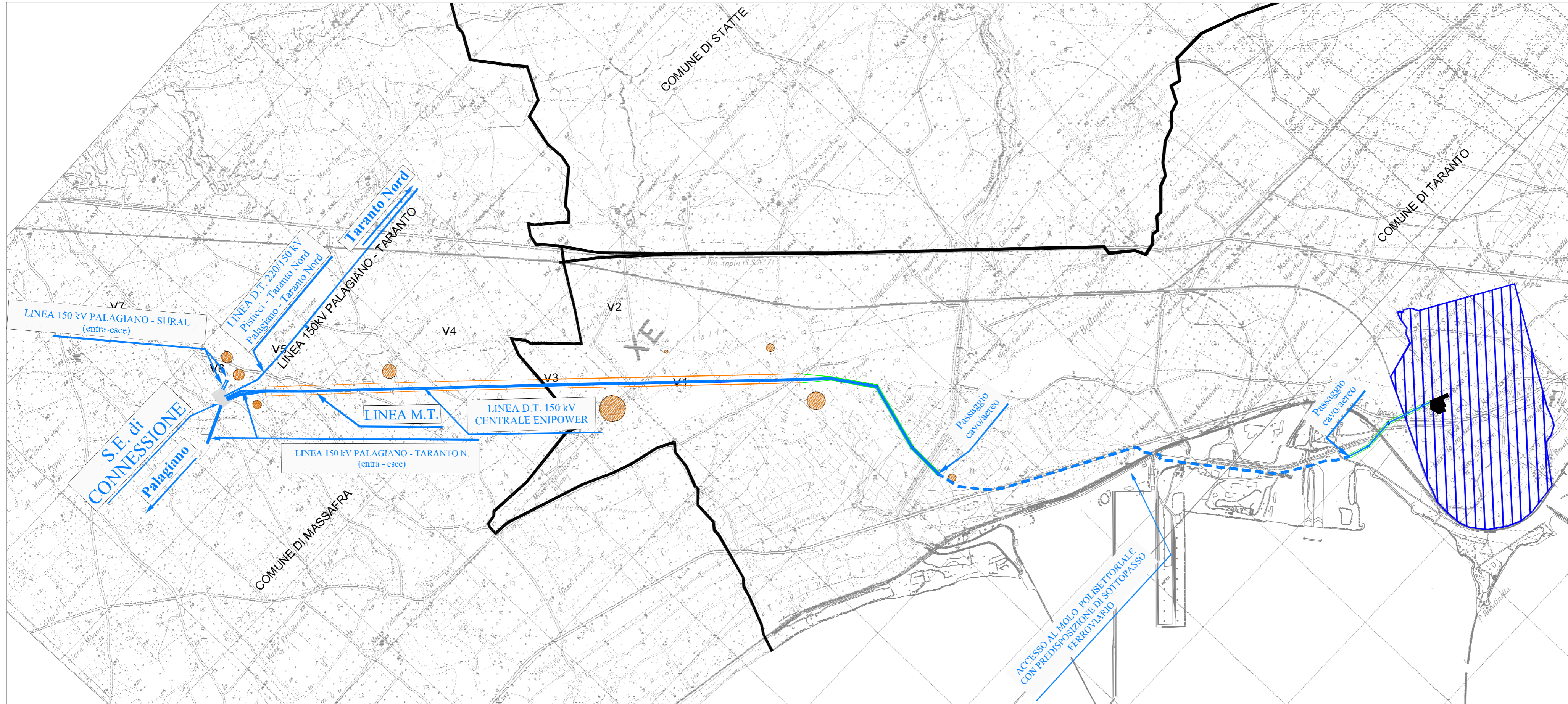
I potenziali "recettori critici" per i quali è necessario valutare gli impatti dei campi magnetici generati dall'opera si trovano a distanze dalla stazione in esame comprese tra 150 e 200m, nel caso peggiore le abitazioni più vicine si trovano a circa 40m dalla linea a 150kV Palagianò – Sural esistente.

Dall'analisi dei grafici riportati nei capitoli precedenti si evince che i valori riscontrati presso i suddetti recettori si mantengono a valori inferiori a  $3 \mu\text{T}$ .

Si può dunque concludere che gli effetti dei campi magnetici indotti dalle opere sono trascurabili.

**Figura 9.5-A: Carta delle isolinee del Campo Magnetico con recettori critici (Taranto)**

**Figura 9.5-B: Carta delle isolinee del Campo Magnetico con recettori critici (Massafra)**



LEGENDA

-  ZONA INDUSTRIALE
-  CTE ENIPOWER
-  TRACCIATO ELETTRODOTTO (TRATTO AEREO)
-  TRACCIATO ELETTRODOTTO (TRATTO IN CAVO)
-  CONFINI COMUNALI
-  POTENZIALI RICETTORI CRITICI
-  3 μT (15 m ASSE LINEA)
-  3 μT (30+50 m ASSE LINEA)

SCALA

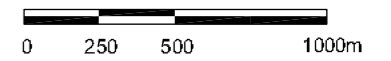


Figura 9.5-A: Isolinee del campo magnetico con recettori critici

## **9.6 Misure di mitigazione**

I risultati ottenuti relativamente all'intensità del campo magnetico non sono tali da richiedere la predisposizione di misure di mitigazione aggiuntive rispetto agli accorgimenti di minimizzazione degli effetti elettromagnetici già adottati in fase di progettazione.

|  |             |
|--|-------------|
| <b>9. CAMPI ELETTROMAGNETICI.....</b>  | <b>9-1</b>  |
| <b>9.1 Premessa .....</b>  | <b>9-1</b>  |
| <b>9.2 Riferimenti Normativi.....</b>  | <b>9-1</b>  |
| <b>9.3 Descrizione del tracciato e definizione dei ricettori .....</b>                       | <b>9-3</b>  |
| <b>9.4 Stima degli impatti .....</b>   | <b>9-6</b>  |
| 9.4.1 <i>Premessa metodologica .....</i>   | 9-6         |
| 9.4.2 <i>Campi magnetici indotti dall'elettrodotto di raccordo .....</i>                     | 9-7         |
| 9.4.3 <i>Campi magnetici indotti dalla stazione di interconnessione .....</i>                | 9-20        |
| 9.4.4 <i>Campi magnetici indotti dai raccordi a 150 kv alla stazione di connessione.....</i> | 9-25        |
| <b>9.5 Valutazione degli impatti .....</b>   | <b>9-34</b> |
| <b>9.6 Misure di mitigazione.....</b>  | <b>9-36</b> |