

LIAISON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne
Traité du 29/01/2001

Tratta comune italo-francese
Trattato del 29/01/2001

NUOVA LINEA TORINO LIONE

PARTE COMUNE ITALO FRANCESE - TRATTA IN TERRITORIO ITALIANO

CUP C11J05000030001

Tecnimont
Dott. Ing. Aldo Mancarella
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271/R

PROGETTO PRELIMINARE IN VARIANTE

INSTALLATIONS FIXES DE TRACTION ELECTRIQUE - IMPIANTI FISSI DI TRAZIONE ELETTRICA

LIGNE HAUTE TENSION- LINEA PRIMARIA

Tecnimont
Dott. Ing. Aldo Mancarella
Ordine Ingegneri Prov. TO n. 6271/R

LIAISON EN CABLES 132 kV VENAUS-SUSA - ÉTUDE D'EXPOSITION AUX CHAMPS MAGNÉTIQUES /

LINEA IN CAVO 132 kV VENAUS-SUSA - STUDIO DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI

Indice	Date / Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	23/04/2010	EMISSIONE PER COMMENTI	A. COLLA (ITALFERR)	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA A. MANCARELLA
A	25/06/2010	REVISIONE IN SEGUITO A COMMENTI LTF	A. COLLA (ITALFERR)	G. BOVA C. OGNIBENE	M. FORESTA A. MANCARELLA

Cod Doc	P	P	2	C	2	B	T	S	3	0	0	6	4	A	A	P	N	O	T
	Phase / Fase			Sigle étude / Sigla			Émetteur / Emittente			Numero				Indice	Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED / INDIRIZZO GED	C2B	//	//	30	10	00	10	02
--------------------------------	-----	----	----	----	----	----	----	----

ECHELLE / SCALA
-



Sommario

1	SINTESI/SYNTHÈSE	3
2	SCOPO	3
3	RIFERIMENTI	4
4	CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA	6
4.1	CONDUTTORI IN TRINCEA TIPO "A"	6
4.2	CONDUTTORI IN TRINCEA TIPO "B"	9
4.3	CONDUTTORI IN TUBO DI MATERIALE FERROMAGNETICO	11
5	CONCLUSIONI	14

1 SINTESI/SYNTHESE

Nel presente documento vengono calcolati i valori del campo magnetico prodotto dal collegamento in cavo 132 kV tra la cabina Enel/Terna di Venaus e la Nuova SSE/PDA di Susa.

Il calcolo è eseguito nelle diverse condizioni di posa dei cavi. In particolare, con riferimento agli elaborati di progetto preliminare correlati, vengono analizzate le sezioni di tipo A, B, C.

Nelle prime due configurazioni, il campo magnetico sopra la superficie del suolo assume un valore inferiore al limite di 3 μT a circa 3 metri dall'asse dei cavi più caricati (cavi di alimentazione degli impianti ferroviari per la trazione elettrica).

Pertanto tali configurazioni non potranno essere utilizzate nei tratti di percorso in prossimità di enti ricettori in cui ci sia presenza di persone per una durata maggiore di 4 ore al giorno (Legge quadro 22 febbraio 2001 e successivo DPCM 8 luglio 2003).

In tali condizioni sarà necessario utilizzare la configurazione "C", sfruttando l'effetto schermante del tubo in materiale ferromagnetico, oppure prevedere la realizzazione di trincee di profondità superiore ad 1,6m. In particolare per profondità di posa pari a 3,1 m, il campo magnetico con $B > 3 \mu\text{T}$ prodotto dai conduttori rimarrà sempre confinato al di sotto della superficie del suolo.

---000---

---000---

---000---

Dans le présent document sont calculées les valeurs du champ magnétique produit par la liaison en câble 132 kV entre la station Enel/Terna de Venaus et la Nouvelle SSE / PDA de Suse.

Le calcul est effectué dans diverses conditions de pose de câbles. En ce qui concerne les documents du projet préliminaires, sont développées les cas avec les coupes de montage de type A, B, C.

Dans les deux premières configurations, le champ magnétique à la surface du sol est inférieure à la limite de 3 μT à environ 3 mètres de l'axe des câbles plus chargées (câbles d'alimentation des installations pour la traction ferroviaire électrique).

Par conséquent, ces configurations ne peuvent pas être utilisés en cas de passage de la ligne près de récepteurs où il ya présence de personnes pendant une période plus longue de 4 heures par jour (en vertu de la Loi 22 février 2001 et le suivant DPCM Juillet 8, 2003).

Dans ces conditions, on doit utiliser la configuration "C", où l'effet du tube en matériau ferromagnétique limite le champ magnétique, ou il faut poser les câbles à des profondeurs dépassant 1,6 m. En particulier, pour la profondeur de montage majeure de 3,1 m, le champ magnétique avec $B > 3 \mu\text{T}$ sera toujours limitée au dessous de la surface du sol.

2 SCOPO

Nell'ambito della progettazione preliminare del nuovo elettrodotto a doppia terna in cavo 132kV per l'alimentazione della SSE/PDA di Susa, sono state condotte alcune simulazioni per valutarne il livello di emissione di campi elettromagnetici.

Scopo del presente documento è la descrizione dei risultati ottenuti da tali simulazioni nelle diverse configurazioni di posa di cui all'elaborato di progetto:

C2B.30.10.00.40.01 – Linea Primaria – Sezioni particolari.

Le simulazioni, sviluppate con strumenti informatici, sono state effettuate considerando i carichi elettrici agenti in condizioni di esercizio ed il relativo “squilibrio” che questi subiscono a causa della presenza dei trasformatori monofase per l'alimentazione della linea di Trazione Elettrica AV 25kV.

Con riferimento al citato elaborato di progetto, le configurazioni impiegate nella quasi totalità del tracciato che vengono qui prese in esame sono:

- Sezione tipo “A” – Doppia terna in doppia trincea, con distanza tra gli assi delle due terne di 4,00m;
- Sezione tipo “B” – Doppia terna in singola trincea, con distanza tra gli assi delle terne di 0,90m;
- Sezione tipo “C” – Conduttori posati in tubo di materiale ferromagnetico, con distanza tra gli assi di 1,40m.

Per evidenziare l'effetto schermante del tubo metallico, l'analisi della sezione tipo “C” è stata effettuata anche con tubo in materiale isolante.

3 RIFERIMENTI

Nel corso dello sviluppo del presente documento, si è fatto riferimento alle Consegne Funzionali:

- **Consegna 43 Rev I** Specifiche Normative Funzionali
- **Consegna 44 Rev H** Norme tecniche – Quadro Normativo
- **Consegna 69 Rev E** Dossier guida del progetto preliminare

nonché alla Normativa:

- **Guida CEI 211.4** Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche;
- **Guida CEI 211.6** Guida per la misura e la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenza 0Hz-10kHz, con riferimento all'esposizione umana;
- **Norma CEI 11.4** Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- **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;

- **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”.

Le scelte relative alle caratteristiche dei cavi ed alla tipologia di posa sono state effettuate con riferimento alle seguenti specifiche RFI:

- **RFI/DTC.EE.TE 159** Cavi elettrici in media ed alta tensione;
- **RFI/DTC.EE.TE 160** Progettazione e costruzione di linee in cavo MT ed AT.

Inoltre nel prosieguo delle descrizioni si farà riferimento implicito od esplicito agli elaborati di Progetto Preliminare, ed in particolare:

- **C2B.30.05.00.20.01** – Schema generale TE;
- **C2B.30.10.00.10.01** – Linea Primaria – Relazione generale
- **C2B.30.10.00.40.01** – Linea Primaria – Sezioni particolari;
- **C2B.30.10.50.30.04** – Linea Primaria - Planimetria –tav. 1 di 4;
- **C2B.30.10.50.30.04** – Linea Primaria - Planimetria –tav. 2 di 4;
- **C2B.30.10.50.30.04** – Linea Primaria - Planimetria –tav. 3 di 4;
- **C2B.30.10.50.30.04** – Linea Primaria - Planimetria –tav. 4 di 4.

4 CALCOLO DELL'INDUZIONE MAGNETICA

Le verifiche sono state condotte con l'ausilio di un apposito programma di calcolo di tipo commerciale, tramite cui è stato possibile riprodurre esattamente lo scenario, anche in relazione a sezioni critiche in cui vengono a trovarsi strutture in cui è probabile l'esposizione della popolazione per più di 4 ore giornaliere. Per tutte le configurazioni analizzate le figure riportano l'involuppo dell'induzione magnetica calcolata per ciascuna delle due terne.

4.1 CONDUTTORI IN TRINCEA TIPO "A"

In questa configurazione (vedi fig. 1) le due terne di alimentazione 132kV sono posate in due trincee separate di profondità minima di 1,60m, disposte ai lati opposti della viabilità su cui si sviluppa il tracciato. La disposizione geometrica dei conduttori all'interno di tali trincee è a trifoglio e la distanza tra gli assi delle terne è di 4,00m.

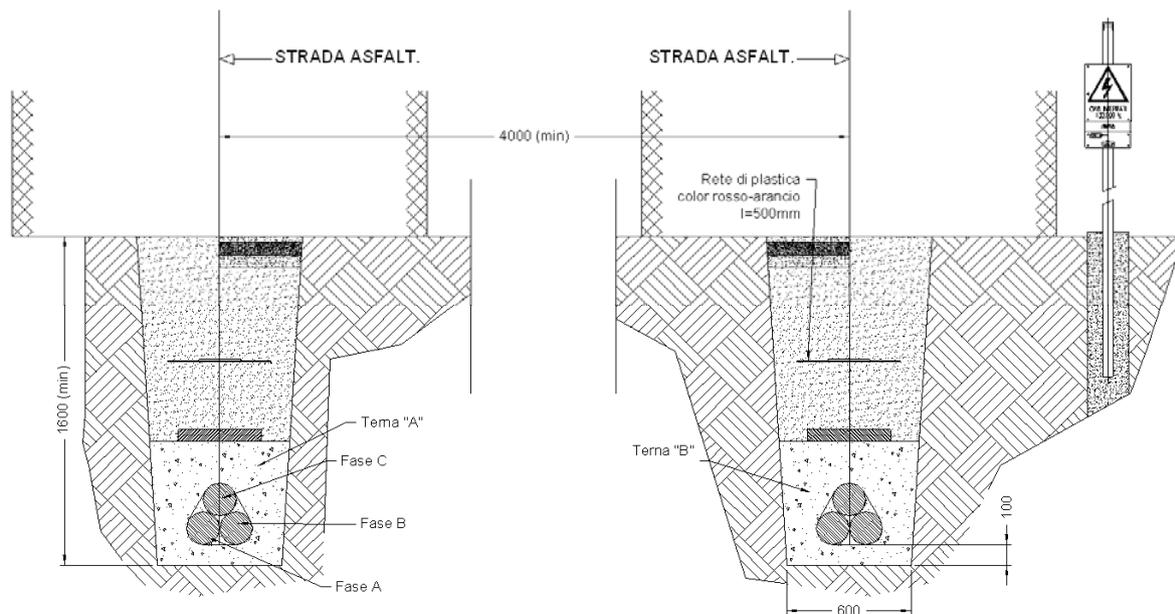


Fig. 1 – Sezione tipo "A" – Disposizione conduttori

Con riferimento alla fig. 1 si è ipotizzata la posa della terna per l'alimentazione degli impianti TE nella trincea di sinistra, e quella per l'alimentazione degli impianti LFM nella trincea di destra.

Per quanto riguarda i carichi elettrici, trattandosi di impianto di utenza e non di distribuzione pubblica, si è scelto di considerare i valori massimi assoluti che potranno essere assorbiti. Tale scelta risulta abbondantemente cautelativa, in quanto il carico massimo considerato rappresenta una punta istantanea raggiunta tra l'altro solo in condizioni degradate di esercizio

(fuori servizio completo della SSE di Modane). In condizioni normali e continuative i carichi effettivamente assorbiti possono arrivare al 50% di quelli utilizzati nelle seguenti simulazioni.

Alla luce di tale premessa, sulla base di quanto indicato nel documento:

- **C2B.30.01.00.11.01:** Relazione tecnica di dimensionamento del sistema

si evince che i carichi massimi delle due terne dedicate agli impianti di trazione elettrica ed agli impianti ausiliari, ammontano rispettivamente a 102 MVA monofase, e 20 MVA trifase.

Ne conseguono i seguenti valori di corrente:

Terna A – alimentazione impianti TE:

Fase A – Corrente 772 A con angolo di fase 180°

Fase B – Corrente 0A

Fase C – Corrente 772 A con angolo di fase 0°

Terna B – alimentazione impianti LFM:

Corrente 90A con carico equilibrato sulle tre fasi.

Le figure 2 e 3 riportano rispettivamente la mappa ed il profilo dell'induzione magnetica nella sezione precedentemente descritta.

Come si può notare, nelle zone prossime all'asse della terna "A" di alimentazione degli impianti TE il campo magnetico assume il valore limite normativo di 3μT fino ad una altezza di circa 1,3m dal piano di calpestio, per una fascia di larghezza di circa 4,7m.

In corrispondenza dell'asse della terna "B", invece, il valore del campo al livello del suolo è al di sotto di quello limite.

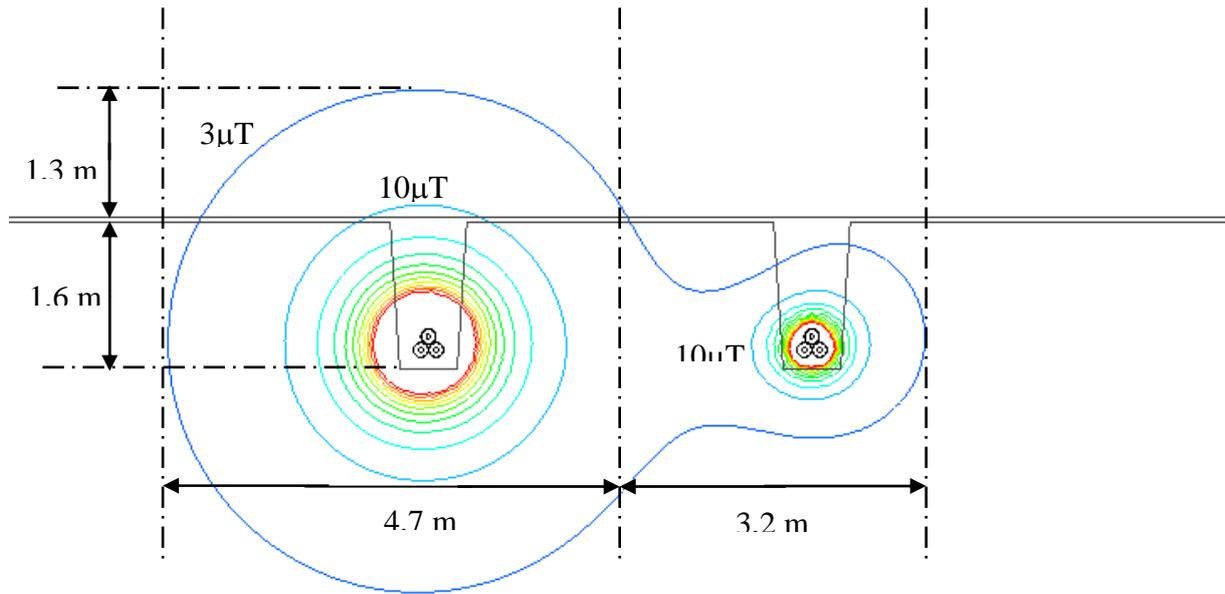


Fig. 2 – Sezione tipo "A" – Mappa di induzione magnetica

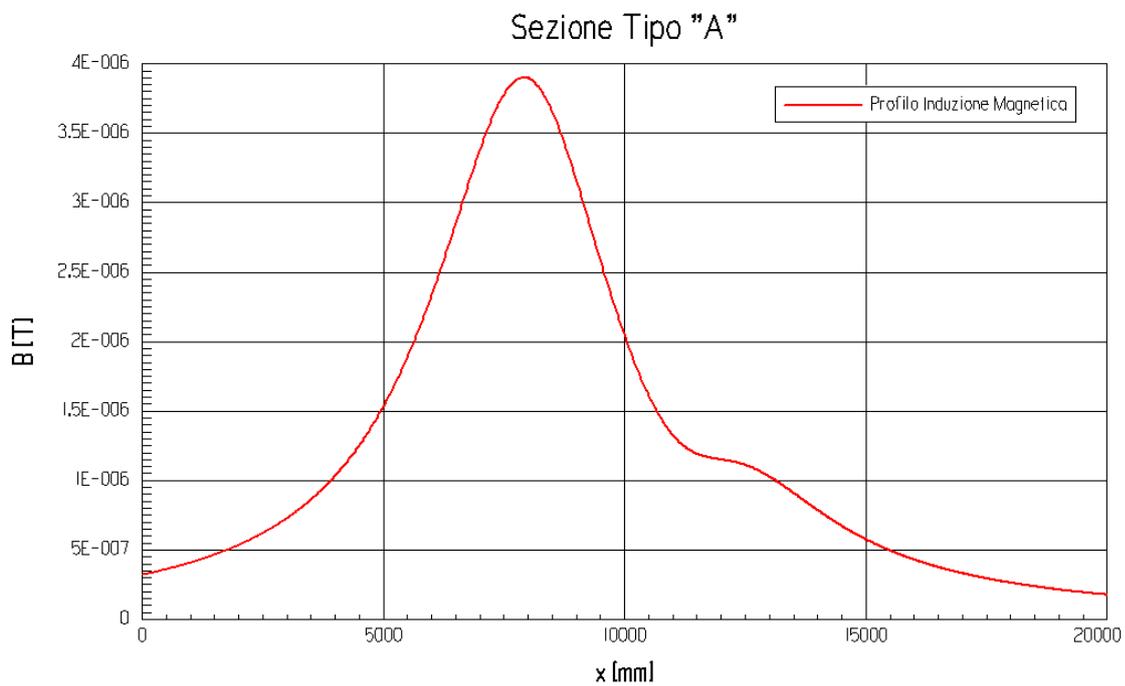


Fig. 3 – Sezione tipo "A" – Profilo di induzione magnetica ad 1m di altezza dal suolo

4.2 CONDUTTORI IN TRINCEA TIPO “B”

In questa configurazione (vedi fig. 4) le due terne di alimentazione 132kV sono posate nella medesima trincea, di profondità minima di 1,60m. Anche in questo caso la disposizione geometrica dei conduttori è a trifoglio e la distanza tra gli assi delle terne è di 0,90m, mentre il fascio di tubi per i cavi in Fibra Ottica correrà al centro delle due terne.

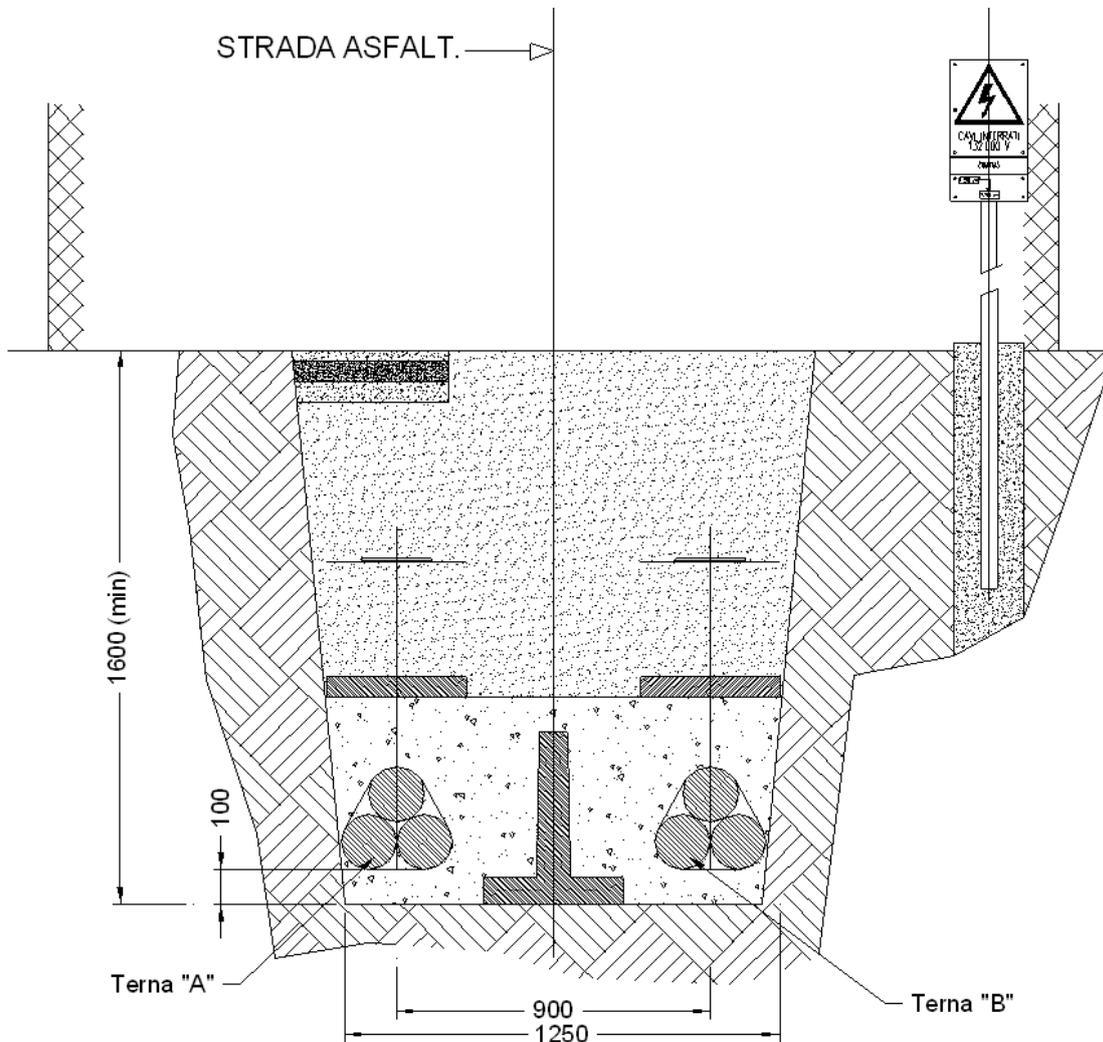


Fig. 4 – Sezione tipo “B” – Disposizione dei conduttori

La disposizione delle due terne e la distribuzione dei carichi è analoga a quella descritta nel caso precedente.

Le figure 5 e 6 riportano rispettivamente la mappa ed il profilo dell'induzione magnetica nella sezione a doppia terna in singola trincea.

Come si può notare in questo caso, vista la vicinanza delle due terne, il valore del campo è piuttosto omogeneo, ed assume il valore limite normativo di $3\mu\text{T}$ fino ad una altezza di circa 1,5m dal piano di calpestio, per una fascia di larghezza di circa 5,7m.

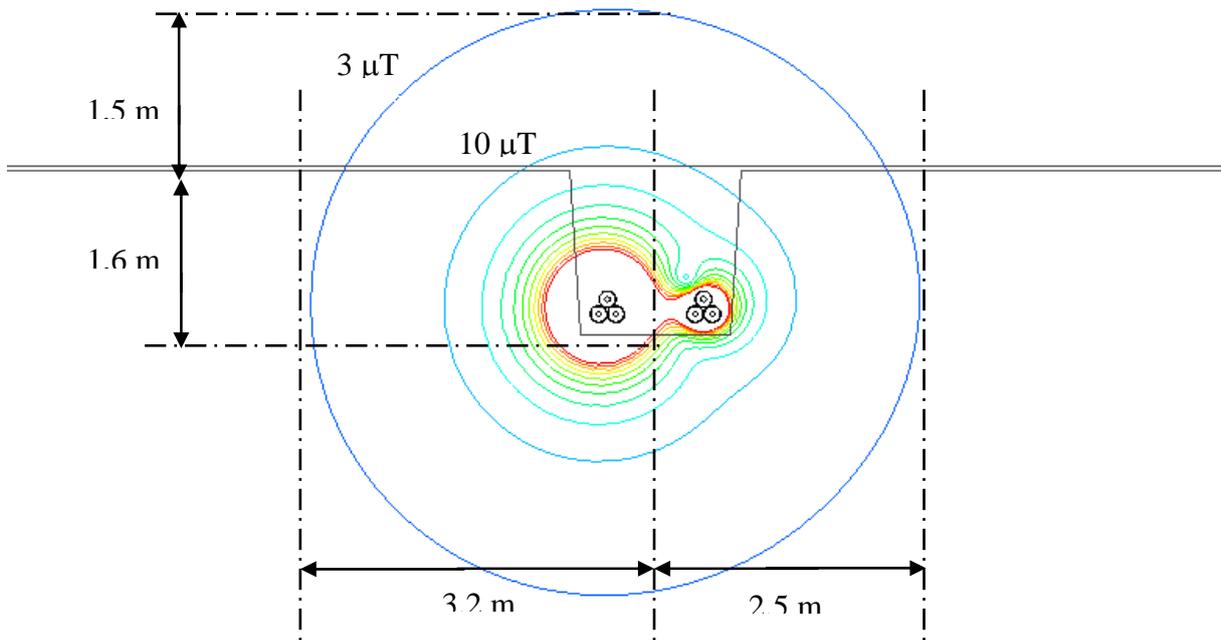


Fig. 5 – Sezione tipo “B” – Mappa di induzione magnetica

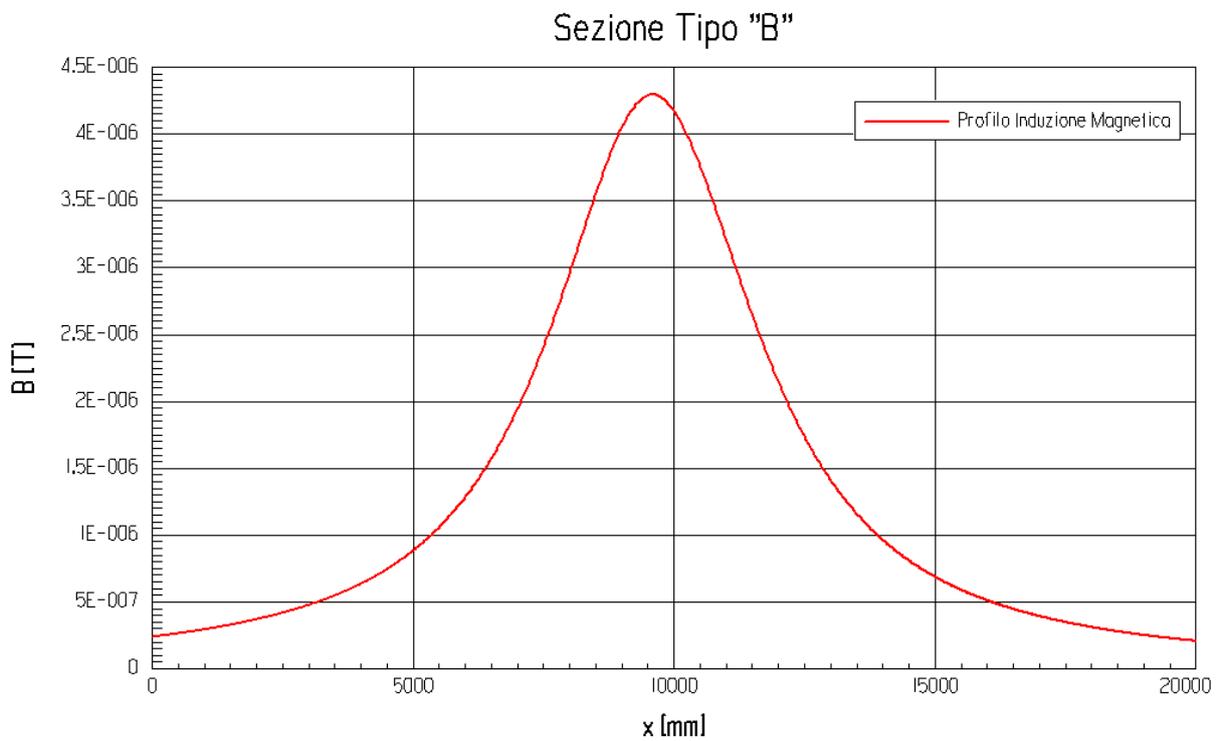


Fig. 6 – Sezione tipo “B” – Profilo di induzione magnetica ad 1m di altezza dal suolo

4.3 CONDUTTORI IN TUBO DI MATERIALE FERROMAGNETICO

In questa configurazione (vedi fig. 7) le due terne di alimentazione 132kV sono posate ciascuna in un tubo metallico interrato alla profondità di 1,60m (testa tubo).

Con riferimento alla figura, la presenza del fascio di tubi per i cavi in Fibra Ottica perturba la configurazione a trifoglio di una delle due terne.

Come configurazione d'analisi si è scelta quella più gravosa, che vede la terna "A" (dedicata all'alimentazione degli impianti TE) con due conduttori disposti esternamente rispetto all'asse del tubo; anche in questo caso i carichi elettrici sono stati distribuiti come nelle simulazioni precedenti.

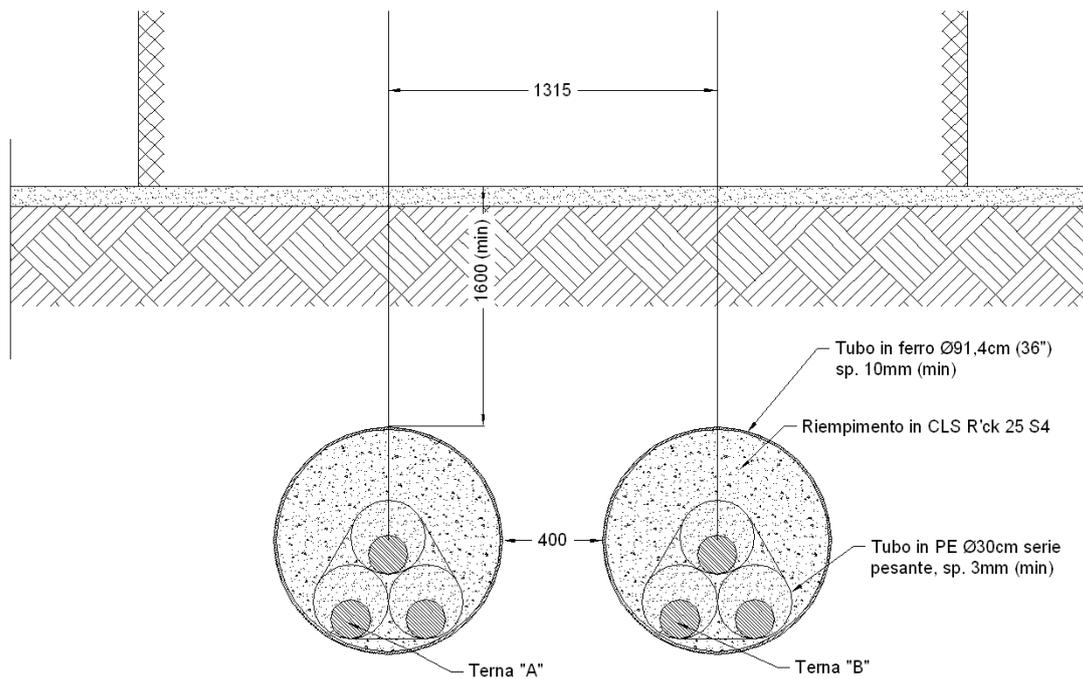


Fig. 7 – Sezione tipo "C" – Disposizione dei conduttori

Le figure 8 e 9 riportano rispettivamente la mappa ed il profilo dell'induzione magnetica relative alla configurazione descritta.

Come si può notare, in questo caso il tubo di materiale ferromagnetico si comporta da schermo nei confronti dell'induzione magnetica, confinando il campo (per entrambe le terne) tutto al suo interno, e rendendo i valori di induzione al suolo praticamente nulli.

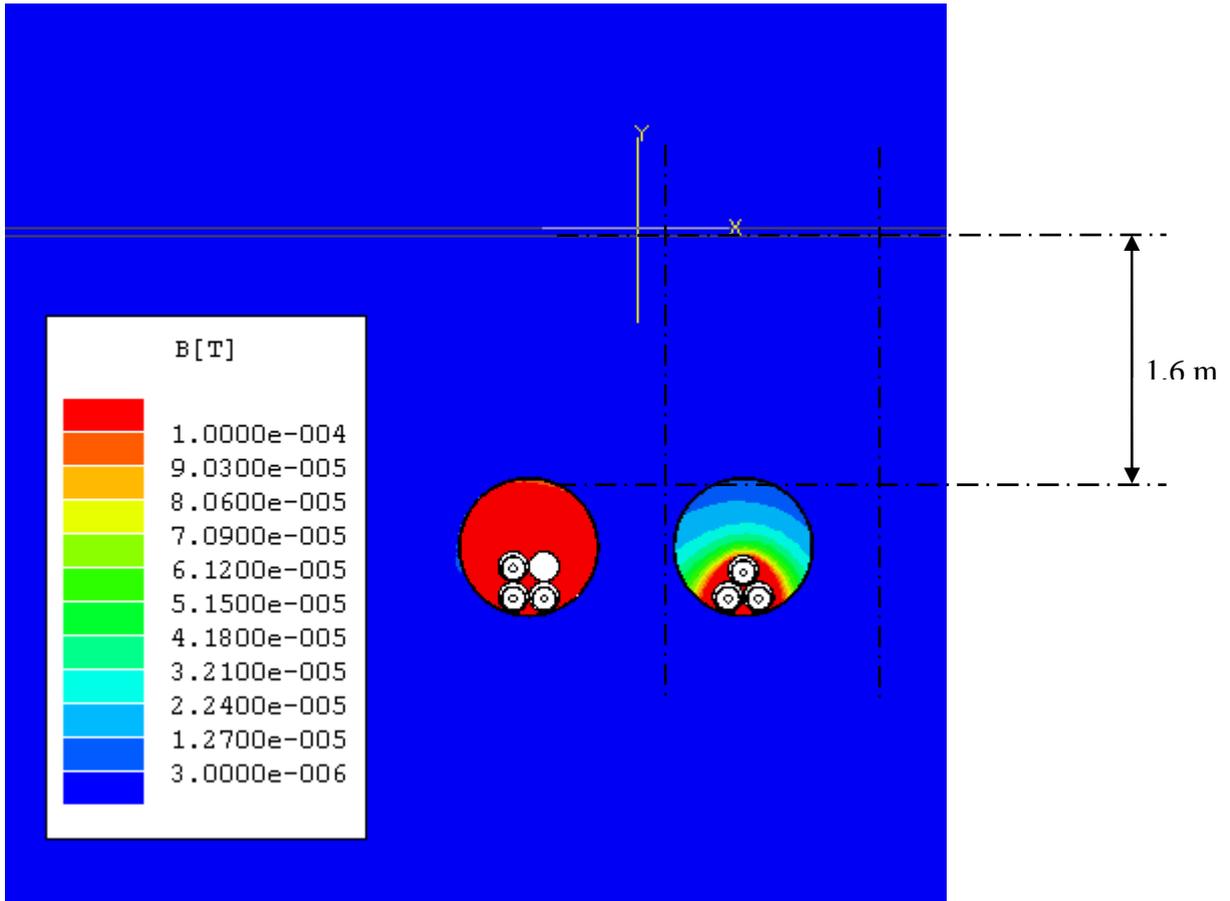


Fig. 8 – Sezione tipo “C” – Mappa di induzione magnetica

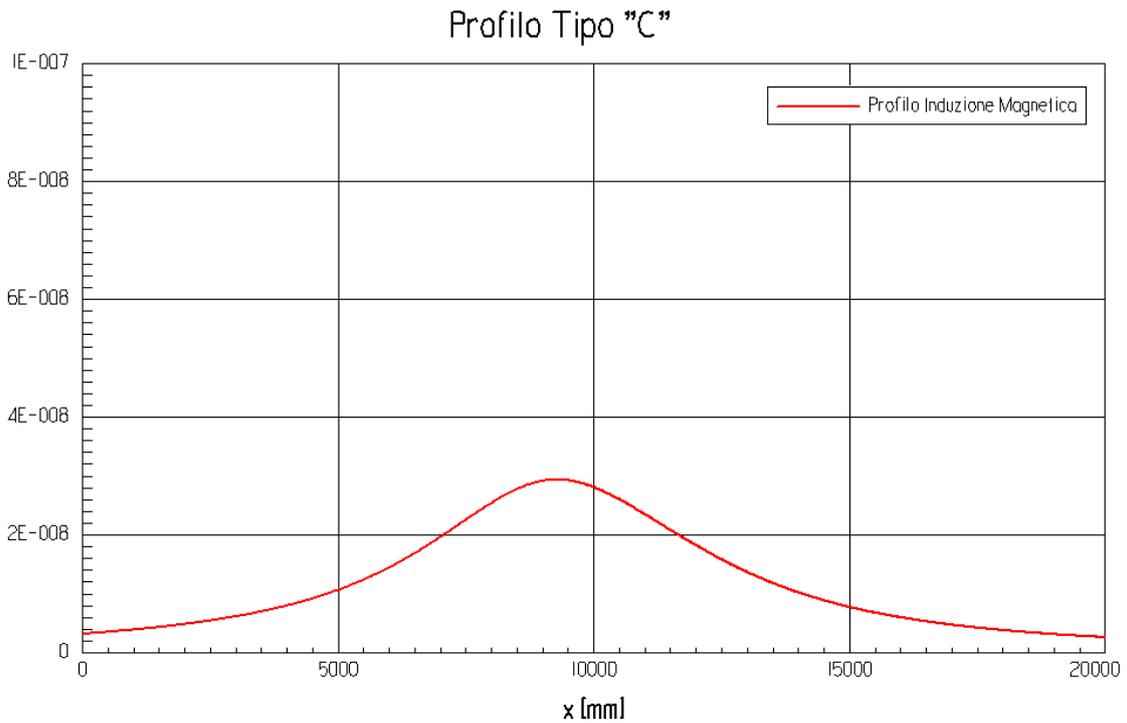


Fig. 9 – Sezione tipo “C” – Profilo di induzione magnetica ad 1m di altezza dal suolo

Per evidenziare meglio l'effetto schermante del tubo in materiale ferromagnetico, nelle seguenti figure 10 ed 11 si riportano i risultati di una simulazione del tutto analoga a quella precedentemente descritta, ma considerando i tubi in materiale isolante (sezione di posa di tipo D).

Come si nota, in mancanza dell'effetto schermo, anche in questo caso il campo assume il valore di $3\mu\text{T}$ fino ad una altezza di 1,2m dal piano di calpestio.

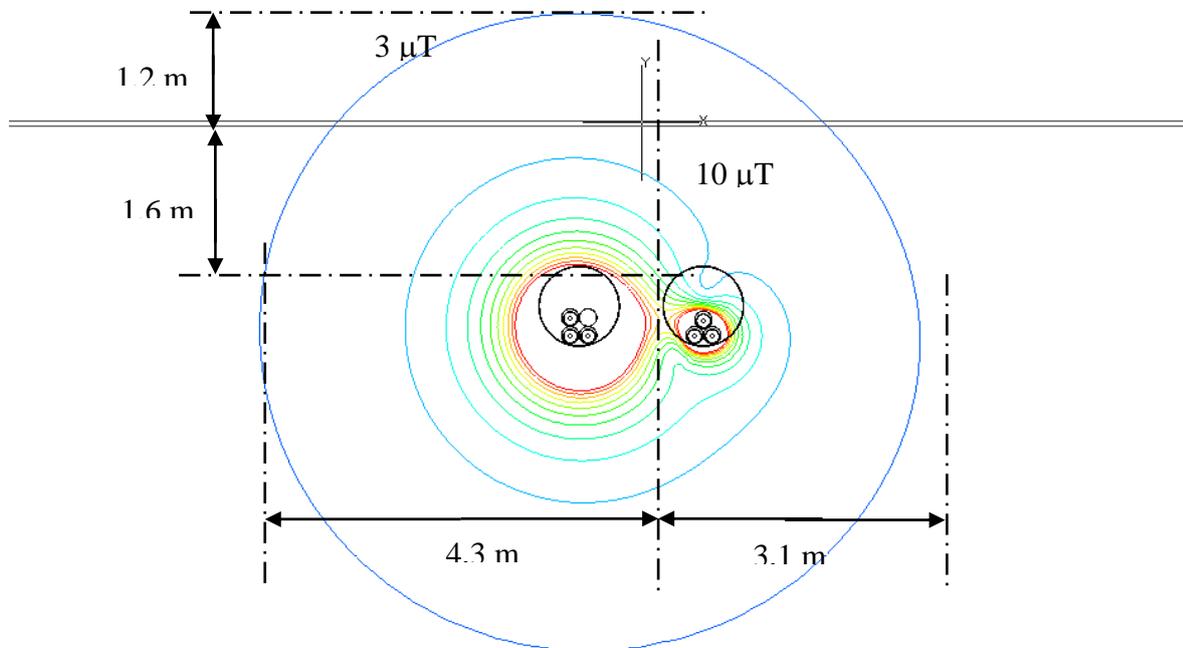


Fig. 10 – Sezione tipo "C1" – Mappa di induzione magnetica

Sezione Tipo "C1" con tubo di materiale isolante

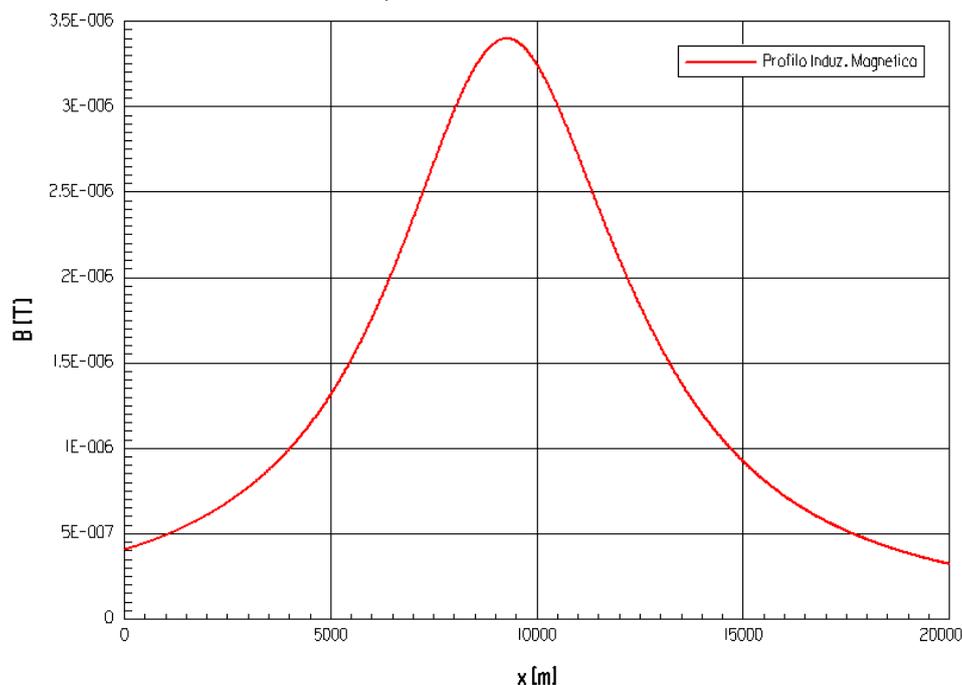


Fig. 11 – Sezione tipo "C1" – Profilo di induzione magnetica ad 1m di altezza dal suolo

5 CONCLUSIONI

La seguente figura 12 mostra un grafico comparativo tra i profili di induzione magnetica ad altezza di 1m dal suolo.

Come si può notare, le configurazioni “A” e “B”, relative rispettivamente alla posa delle due terne in doppia o semplice trincea, generano valori di induzione superiori al limite normativo di $3\mu\text{T}$ in prossimità dell'asse dell'elettrodotto, pertanto tali configurazioni non potranno essere utilizzate nei tratti di percorso in cui tale asse si avvicina ad enti ricettori in cui ci sia presenza di persone per una durata maggiore di 4 ore al giorno (Legge quadro 22 febbraio 2001 e successivo DPCM 8 luglio 2003).

In tali condizioni sarà necessario utilizzare la configurazione “C”, sfruttando l'effetto schermante del tubo in materiale ferromagnetico, oppure prevedere la realizzazione di trincee di profondità superiore ad 1,6m. In particolare per profondità di posa pari a 3,1 m, il campo magnetico prodotto dai conduttori rimarrà sempre confinato al di sotto della superficie del suolo.

Si tenga tuttavia presente che il carico elettrico utilizzato alla base dei calcoli rappresenta un valore notevolmente cautelativo, in quanto tale carico rappresenta una punta istantanea raggiunta tra l'altro solo in condizioni degradate di esercizio (fuori servizio completo della SSE di Modane). In condizioni normali e continuative i carichi effettivamente assorbiti possono arrivare al 50% di quelli effettivamente usati nelle simulazioni.

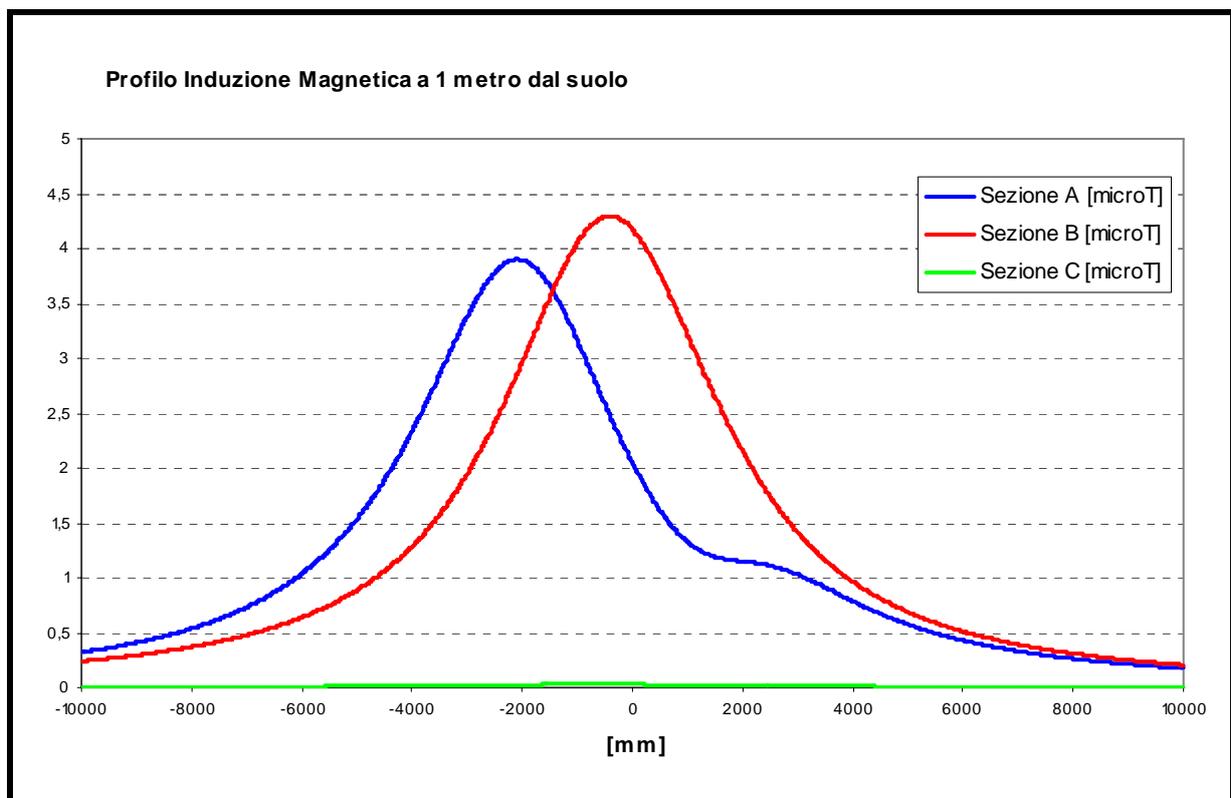


Fig. 12 – Grafico comparativo dei profili di induzione magnetica ad 1m dal suolo