

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

# IMPIANTO EOLICO MONTEMILONE

## PROGETTO DEFINITIVO

### A.12

## RELAZIONE DI VERIFICA IMPATTO ELETTROMAGNETICO



File: GRE.EEC.R.24.IT.W.15438.00.025.00 - A.12 Relazione verifica impatto elettromagnetico.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	01/12/21	First issue	3E INGEGNERIA G.Saraceno	studio TECHNE D.Puccini	studio TECHNE M.Nardi

#### GRE VALIDATION

A.Provasi	M.Porcellini	E.Pansini
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT Wind Farm Montemilone	GRE CODE																			
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION								
	GRE	EEC	R	2	4	I	T	W	1	5	4	3	8	0	0	0	2	5	0	0

CLASSIFICATION	UTILIZATION SCOPE <b>I</b> ter autorizzativo
----------------	--

## INDICE

1	PREMESSA .....	3
2	ACRONIMI .....	4
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	5
4	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	8
5	DESCRIZIONE DEL PROGETTO .....	9
6	METODOLOGIA DI CALCOLO E SOFTWARE UTILIZZATO .....	11
7	RISULTATI DI CALCOLO .....	12
7.1	Campi elettromagnetici impianto eolico .....	12
7.1.1	Linee elettriche in corrente alternata .....	12
7.2	Campi elettromagnetici delle opere connesse .....	25
7.2.1	Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione .....	25
7.2.2	Stazione elettrica d'utenza .....	25
7.2.3	Cavidotto MT in sottostazione .....	28
7.3	Analisi dei risultati ottenuti .....	31
8	CONCLUSIONI .....	32

## 1 PREMESSA

Il parco eolico si sviluppa in un'area ubicata a circa 2 km a sud-ovest del paese di Montemilone, tra la SS655 e la SP155. L'impianto è costituito da 11 aerogeneratori di potenza pari a 6 MW per una potenza massima complessiva di 66 MW.

Ogni aerogeneratore è collegato pertanto con un cavo in Media Tensione (33kV) all'aerogeneratore successivo e così via fino a raggiungere la stazione d'utenza (cabina di consegna). La stazione d'utenza (33/150 kV), tramite un trasformatore MT/AT, convoglia successivamente l'energia prodotta alla nuova stazione di rete (380/150 kV) sopra detta.

Nel seguito vengono fornite le prescrizioni tecniche per la realizzazione delle linee elettriche sopra elencate.

Progetto Montemilone	
Numero Turbine	11
Potenza Installata	66 MW
Potenza Nominale	66 MW
Altezza Mozzo	135 m
Tensione sistema MT	33 kV
Tensione Sistema AT	150 kV

**Tabella 1: Caratteristiche impianto**

## 2 ACRONIMI

BT	Bassa Tensione
MT	Media Tensione
AT	Alta Tensione
V	Tensione
I	Corrente
P	Potenza Attiva
Q	Potenza Reattiva
S	Potenza Apparente

### 3 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Il panorama normativo italiano in fatto di protezione contro l'esposizione dei campi elettromagnetici si riferisce alla legge 22/2/01 n°36 che è la legge quadro sulla protezione dalle esposizioni ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici completata a regime con l'emanazione del D.P.C.M. 8.7.2003.

Nel DPCM 8 Luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", vengono fissati i limiti di esposizione e i valori di attenzione, per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) connessi al funzionamento e all'esercizio degli elettrodotti.

In particolare negli articoli 3 e 4 vengono indicate le seguenti 3 soglie di rispetto per l'induzione magnetica:

"Nel caso di esposizione a campi elettrici e magnetici alla frequenza di 50 Hz generati da elettrodotti non deve essere superato il limite di esposizione di 100  $\mu$ T per l'induzione magnetica e 5kV/m per il campo elettrico intesi come valori efficaci" [art. 3, comma 1];

"A titolo di misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, eventualmente connessi con l'esposizione ai campi magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz), nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, si assume per l'induzione magnetica il valore di attenzione di 10  $\mu$ T, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio." [art. 3, comma 2];

"Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio, ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici generati dagli elettrodotti operanti alla frequenza di 50 Hz, è fissato l'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T per il valore dell'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio". [art. 4]

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

A tal proposito occorre precisare che nelle valutazioni che seguono è stata considerata normale condizione di esercizio quella in cui l'impianto eolico trasferisce alla Rete di Trasmissione Nazionale la massima produzione (circa 66MW ac).

Come detto, il 22 Febbraio 2001 l'Italia ha promulgato la Legge Quadro n.36 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (CEM) a copertura dell'intero intervallo di frequenze da 0 a 300.000 MHz.

Tale legge delinea un quadro dettagliato di controlli amministrativi volti a limitare l'esposizione umana ai CEM e l'art. 4 di tale legge demanda allo Stato le funzioni di stabilire, tramite Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri: i livelli di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità, le tecniche di misurazione e rilevamento.

Il 28 Agosto 2003 G.U. n.199, è stato pubblicato il Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 Luglio 2003: "Fissazione dei limiti di esposizione, di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalla esposizione a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 100 kHz e 300 GHz". L'art. 3 di tale Decreto riporta i limiti di esposizione e i valori di attenzione come riportato nelle Tabella 2 e Tabella 3:

<b>Intervallo di FREQUENZA (MHz)</b>	<b>Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)</b>	<b>Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)</b>	<b>DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m<sup>2</sup>)</b>
0.1-3	60	0.2	-
>3 - 3000	20	0.05	1
>3000 - 300000	40	0.01	4

**Tabella 2 - Limiti di esposizione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003.**

<b>Intervallo di FREQUENZA (MHz)</b>	<b>Valore efficace di intensità di CAMPO ELETTRICO (V/m)</b>	<b>Valore efficace di intensità di CAMPO MAGNETICO (A/m)</b>	<b>DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m<sup>2</sup>)</b>
0.1 - 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz - 300 GHz)

**Tabella 3 - Valori di attenzione di cui all'art.3 del DPCM 8 luglio 2003 in presenza di aree, all'interno di edifici adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore.**

L'art. 4, invece, riporta i valori di immissione che non devono essere superati in aree intensamente frequentate come riportato in Tabella 4:

<b>Intervallo di FREQUENZA (MHz)</b>	<b>Valore efficace di intensita' di CAMPO ELETTRICO (V/m)</b>	<b>Valore efficace di intensita' di CAMPO MAGNETICO (A/m)</b>	<b>DENSITA' DI POTENZA dell'onda piana equivalente (W/m<sup>2</sup>)</b>
0.1 - 300000	6	0.016	0.10 (3 MHz - 300 GHz)

**Tabella 4 - Obiettivi di qualità di cui all'art.4 del DPCM 8 luglio2003 all'aperto in presenza di aree intensamente frequentate.**

Per quanto riguarda la metodologia di rilievo il D.P.C.M. 8 Luglio 2003 fa riferimento alla norma CEI 211-7 del Gennaio 2001.

- [1] Legge Quadro n. 36 del 22/02/01 e relativo DPCM 08-07-2003 sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici.
- [2] 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 (50 Hz) generati dagli elettrodotti.
- [3] Decreto Ministeriale 29 maggio 2008: Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.
- [4] Decreto Ministeriale del 21 marzo 1988 n. 449 "Approvazione delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne".
- [5] DLgs 81/2008 del 9/4/2008 "Testo unico sulla sicurezza".
- [6] Norma CEI 106-11: "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003".
- [7] Guida CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche".
- [8] Guida CEI CLC/TR 50453 "Valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza".
- [9] Norma CEI EN 61936-1, "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni".

#### **4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO**

- [1] Enel Green Power S.p.A.: Doc.n° GRE.EEC.D.24.IT.W.15438.00.114 – Schema elettrico unifilare
- [2] Enel Green Power S.p.A.: Doc.n° GRE.EEC.D.24.IT.W.15438.00.113 – Planimetria interferenze cavidotto esterno
- [3] Enel Green Power S.p.A.: Doc.n° GRE.EEC.D.24.IT.W.15438.00.128 - Schema rete di terra
- [4] Enel Green Power S.p.A.: Doc.n° GRE.EEC.D.24.IT.W.15438.00.134 - Schema rete di comunicazione Fibra Ottica
- [5] Enel Green Power S.p.A.: Doc.n° GRE.EEC.D.24.IT.W.15438.00.126 - Sezioni tipiche cavidotti
- [6] Enel Green Power S.p.A.: Doc.n° GRE.EEC.D.24.IT.W.15438.00.119 - Pianta prospetti,sezioni edifici e apparecchiature di sottostazione

## 5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'inquadramento territoriale dell'impianto di Montemilone è riportato nelle seguenti figure.

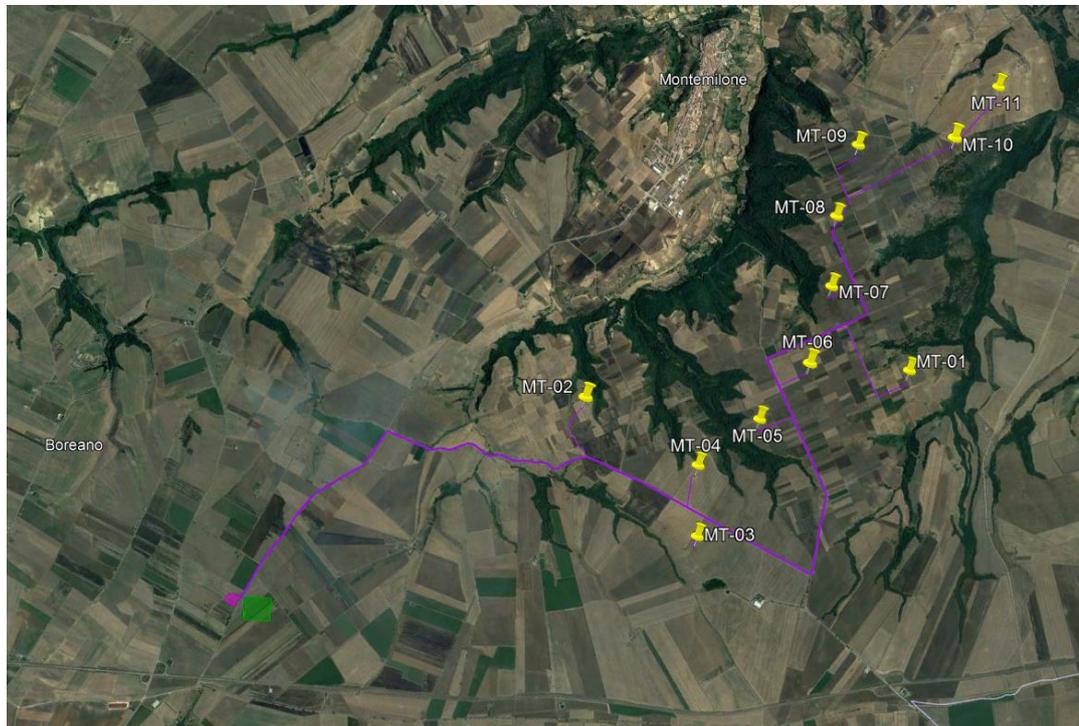


**Figura 1 - Inquadramento nazionale dell'impianto eolico di Montemilone (PZ)**



**Figura 2: Inquadramento regionale dell'impianto eolico di Montemilone (PZ)**

Il layout d'impianto e il tracciato dei cavidotti è riportato nelle seguente figura.



**Figura 3 - Tracciato cavidotti**

L'impianto eolico di "Montemilone" sorgerà nel comune di Montemilone (PZ) e verrà allacciato alla Rete di Trasmissione Nazionale in antenna alla sezione a 150 kV della nuova stazione elettrica della RTN (380/150 kV).

Il progetto prevede la costruzione e l'esercizio di un impianto eolico della potenza di 66MW. L'impianto comprende in particolare:

- una stazione elettrica di utenza dove avviene la trasformazione a 150 kV dell'energia proveniente in MT dal campo eolico;
- diversi cavidotti interrati MT a 33 kV che connettono le torri eoliche alla stazione di utenza;
- un cavidotto interrato AT 150 kV progettato da altra società, che connette la stazione di utenza suddetta alla nuova stazione RTN entrambe ubicate nel comune di Montemilone.

La stazione di trasformazione di utenza verrà realizzata su un'area di circa 1200 m<sup>2</sup> individuata catastalmente al foglio 32 particella 253 del comune di Montemilone e sarà costituita da una sezione a 150 kV con isolamento in aria.

L'impianto sarà realizzato con n°11 WTG di cui ognuno della potenza di 6MW.

Quindi la potenza totale dell'impianto è di 66 MW circa.

I trasformatori di elevazione BT/MT saranno della potenza di 6300 kVA ed avranno una tensione MT di 33 kV ed una tensione BT di 690V.

## 6 METODOLOGIA DI CALCOLO E SOFTWARE UTILIZZATO

- La metodologia di calcolo seguita è quella suggerita dal DM 29.05.2008.  
In particolare è stato applicato il "procedimento semplificato", così come descritto nel D.M. 29.05.2008. Tale procedimento prevede il calcolo della "fascia di rispetto", così come definita nello stesso D.M. 29.05.2008, e la proiezione verticale a terra della stessa, individuando così una distanza dall'asse linea denominata "distanza di prima approssimazione, DPA".  
Le fasce di rispetto sono state calcolate mediante l'utilizzo di un software appositamente elaborato che si basa su un modello bidimensionale ed operante nel rispetto della Norma CEI 211-4. Il software è in grado di fornire risultati esatti, anche in presenza di più linee elettriche di diversa natura, con qualunque posizione reciproca e con qualunque sfasamento reciproco fra le varie terne di correnti contemporaneamente presenti.
- 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.

L'intensità del campo magnetico prodotto dagli elettrodotti (sia linee in cavo che conduttori nudi aerei) e/o dalle apparecchiature elettriche installate nelle sottostazioni elettriche può essere calcolata con formule approssimate secondo i modelli bidimensionali indicati dal DPCM 8/7/2003 e dal DM 29/5/2008.

La Norma CEI 106-11 costituisce una guida per la determinazione della fascia di rispetto per gli elettrodotti in accordo al suddetto DPCM.

La fascia di rispetto comprende lo spazio circostante un elettrodotto, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, dove l'induzione magnetica è uguale o maggiore dell'obiettivo di qualità.

Secondo la Legge 36/01 e il DPCM 8/7/03 allegato A l'obiettivo di qualità corrisponde al limite di 3  $\mu$ T (microtesla) da rispettare nella costruzione dei nuovi elettrodotti.

Dalla proiezione al suolo della fascia di rispetto si ottiene la DPA (distanza di prima approssimazione) misurata tra la proiezione al suolo del baricentro dei conduttori e la proiezione al suolo della fascia di rispetto.

Infine, si tenga presente che l'intensità del campo magnetico è funzione dell'intensità della corrente e della distanza tra i conduttori e diminuisce all'aumentare della distanza dal baricentro dei conduttori.

A favore della sicurezza per il calcolo della fascia di rispetto, il DM 29/5/2008 impone che si utilizzi la portata massima dell'elettrodotto e/o delle linee in cavo, e non la corrente di massimo impiego. La portata massima è definita in funzione delle caratteristiche costruttive delle apparecchiature e delle linee elettriche.

## **7 RISULTATI DI CALCOLO**

### **7.1 Campi elettromagnetici impianto eolico**

#### **7.1.1 Linee elettriche in corrente alternata**

Per quanto riguarda il rispetto delle distanze da ambienti presidiati ai fini dei campi elettrici e magnetici, esse in linea con il dettato dell'art. 4 del DPCM 08/07/2003 di cui alla Legge. n° 36 del 22/02/2001.

Il tracciato è stato eseguito tenendo conto del limite di qualità dei campi magnetici, fissato dalla suddetta legislazione a 3  $\mu$ T.

La disposizione delle fasi sarà quella indicata nelle sezioni cavidotti riportate nella tavola allegata "Sezioni tipiche cavidotti".

In particolare ai fini del calcolo, nei cavidotti sono posati cavi unipolari, abbiamo considerato le varie tipologie di cavidotti più critici presenti nel tracciato cavidotti e cioè:

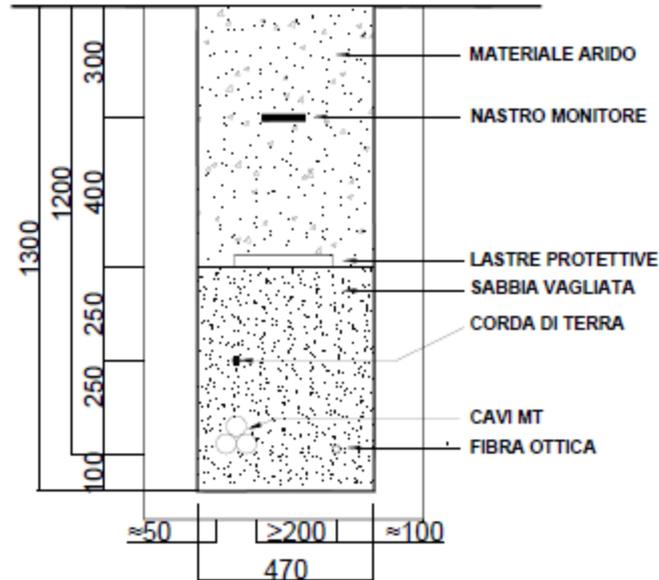
- tipo 1C, nel quale è posato un cavo da 300 mm<sup>2</sup>;
- tipo 2C, nel quale è posato un cavo da 630 mm<sup>2</sup> ed un cavo da 300 mm<sup>2</sup>;
- tipo 3C, nel quale sono posati due cavi da 630 mm<sup>2</sup> ed un cavo da 300 mm<sup>2</sup>;
- tipo 4C, nel quale sono posati tre cavi da 630 mm<sup>2</sup> ed un cavo da 300 mm<sup>2</sup>;

per i quali è stato effettuato il calcolo del campo di induzione magnetica secondo quanto previsto dalla Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche".

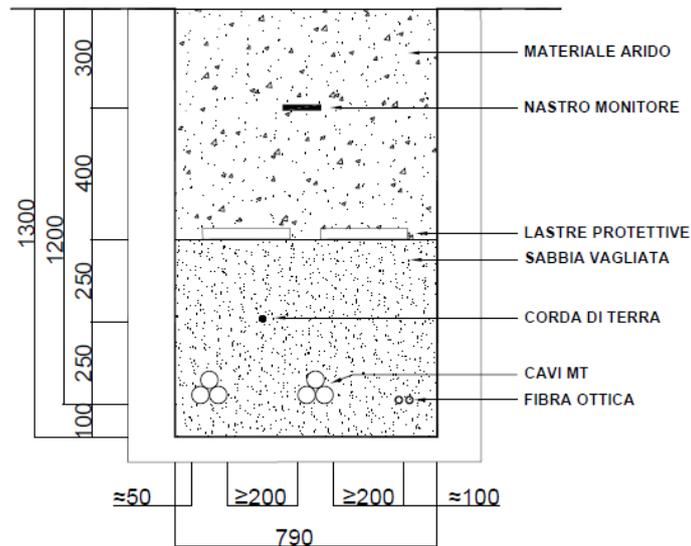
Tale norma considera la linea infinitamente lunga e consente di calcolare i campi elettromagnetici secondo una sezione trasversale della linea stessa.

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.

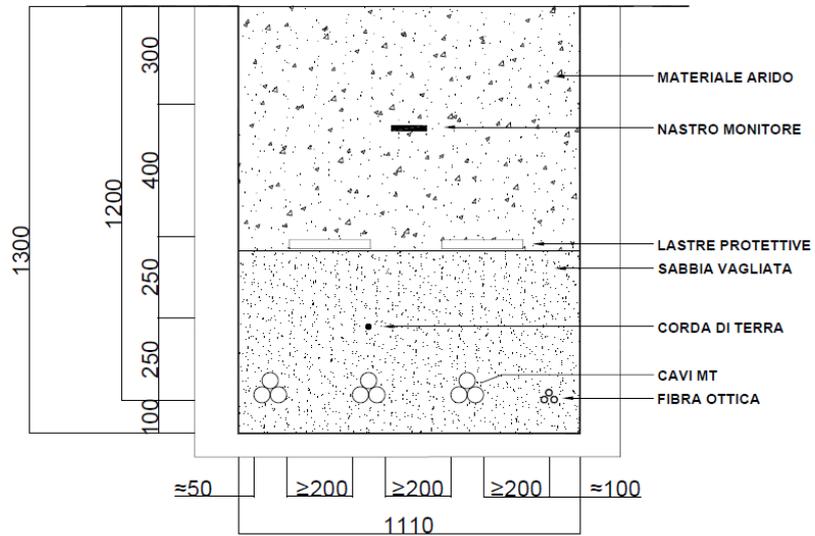
Le tipologie di posa considerate nel calcolo sono le seguenti:



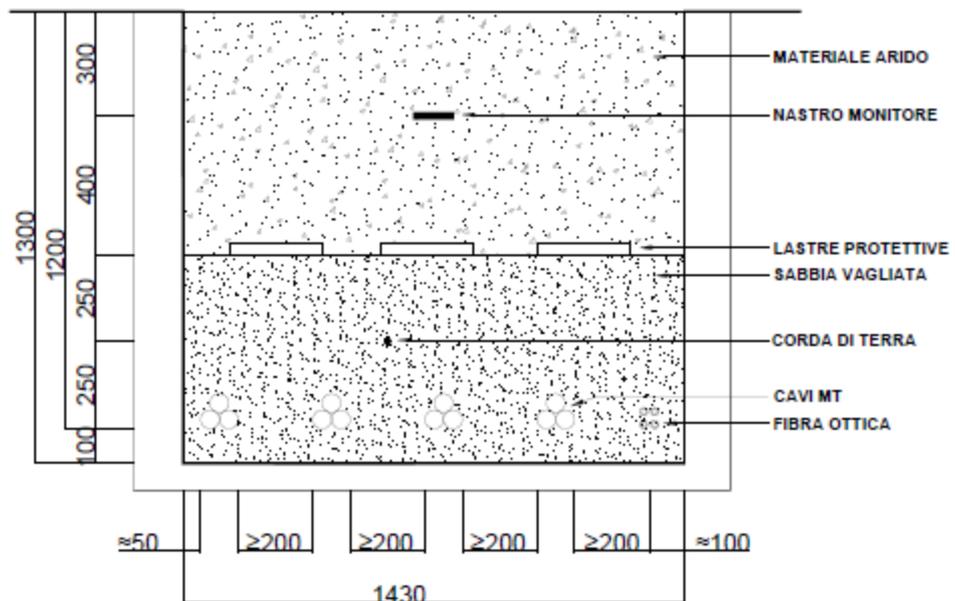
**Figura 4 - Tipico di posa del cavidotto MT (1C)**



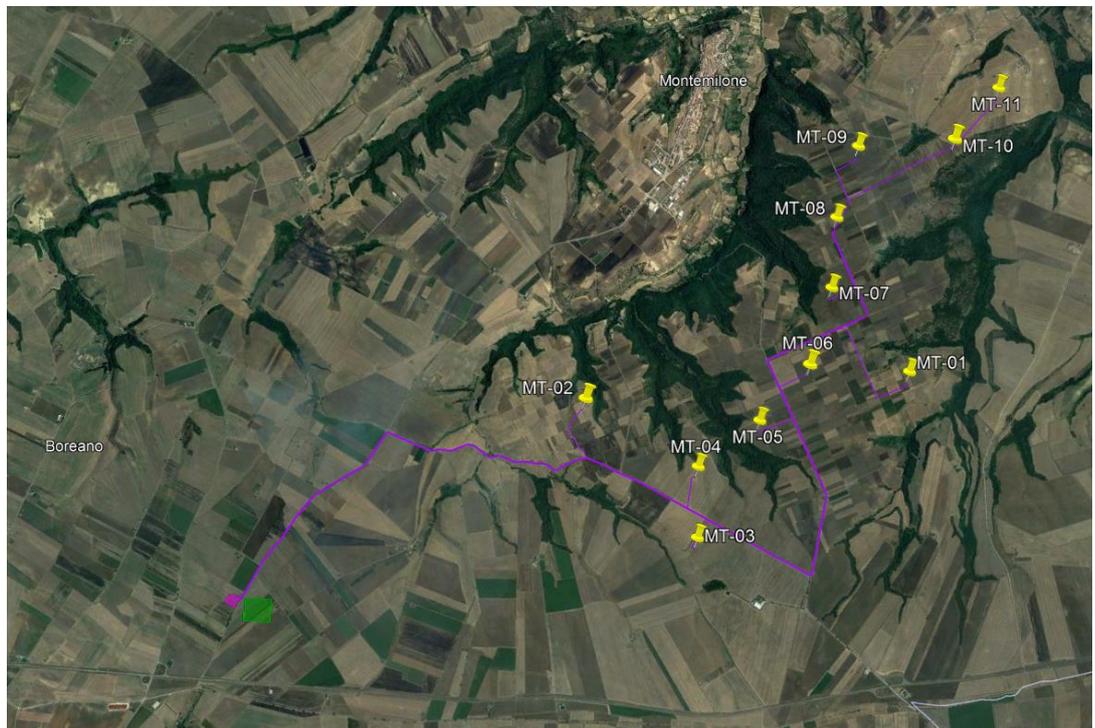
**Figura 5 - Tipico di posa del cavidotto MT (2C)**



**Figura 6 - Tipico di posa del cavidotto MT (3C)**



**Figura 7 - Tipico di posa del cavidotto MT (4C)**



**Figura 8: Tracciato cavidotti**

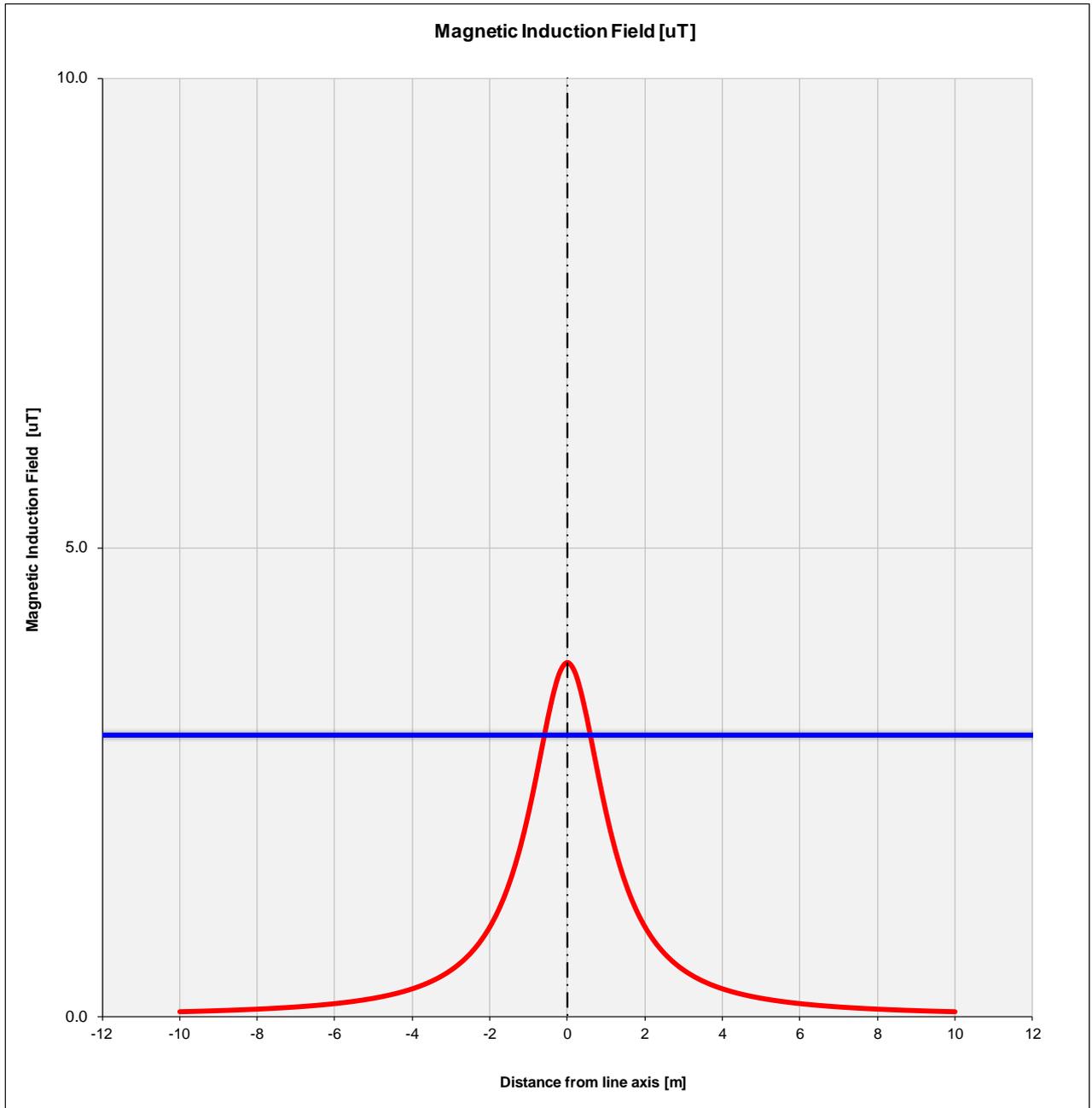
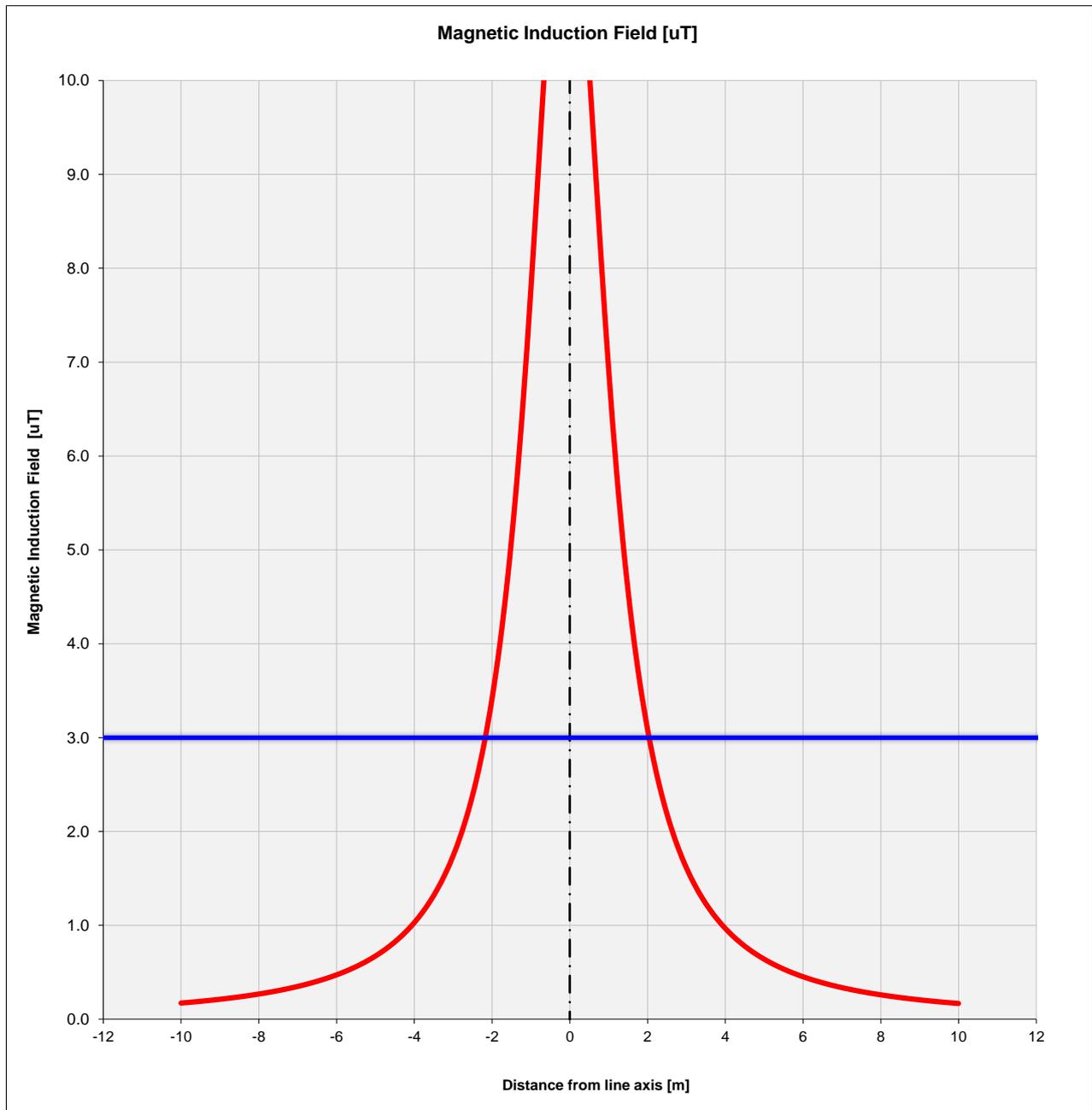
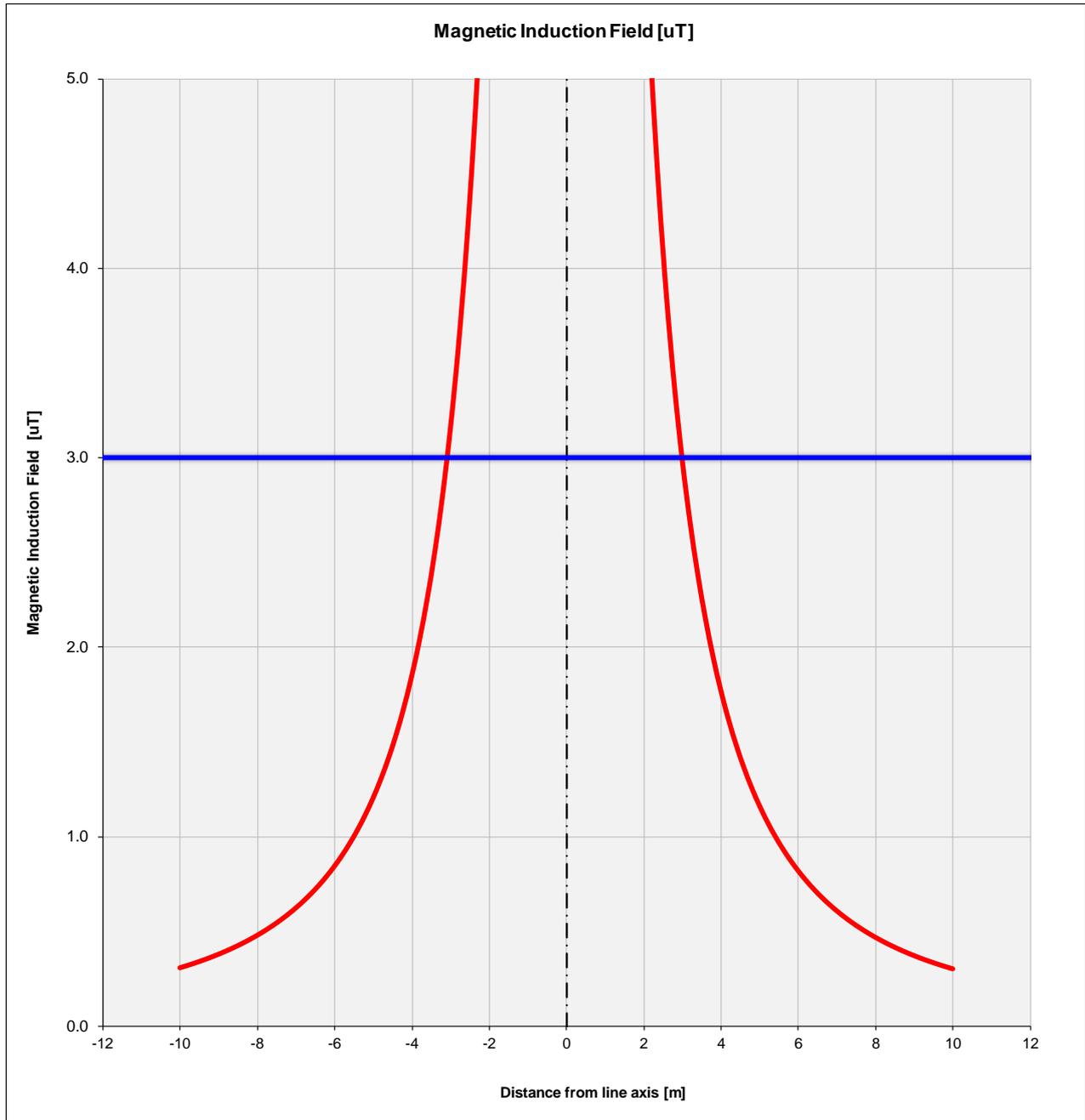


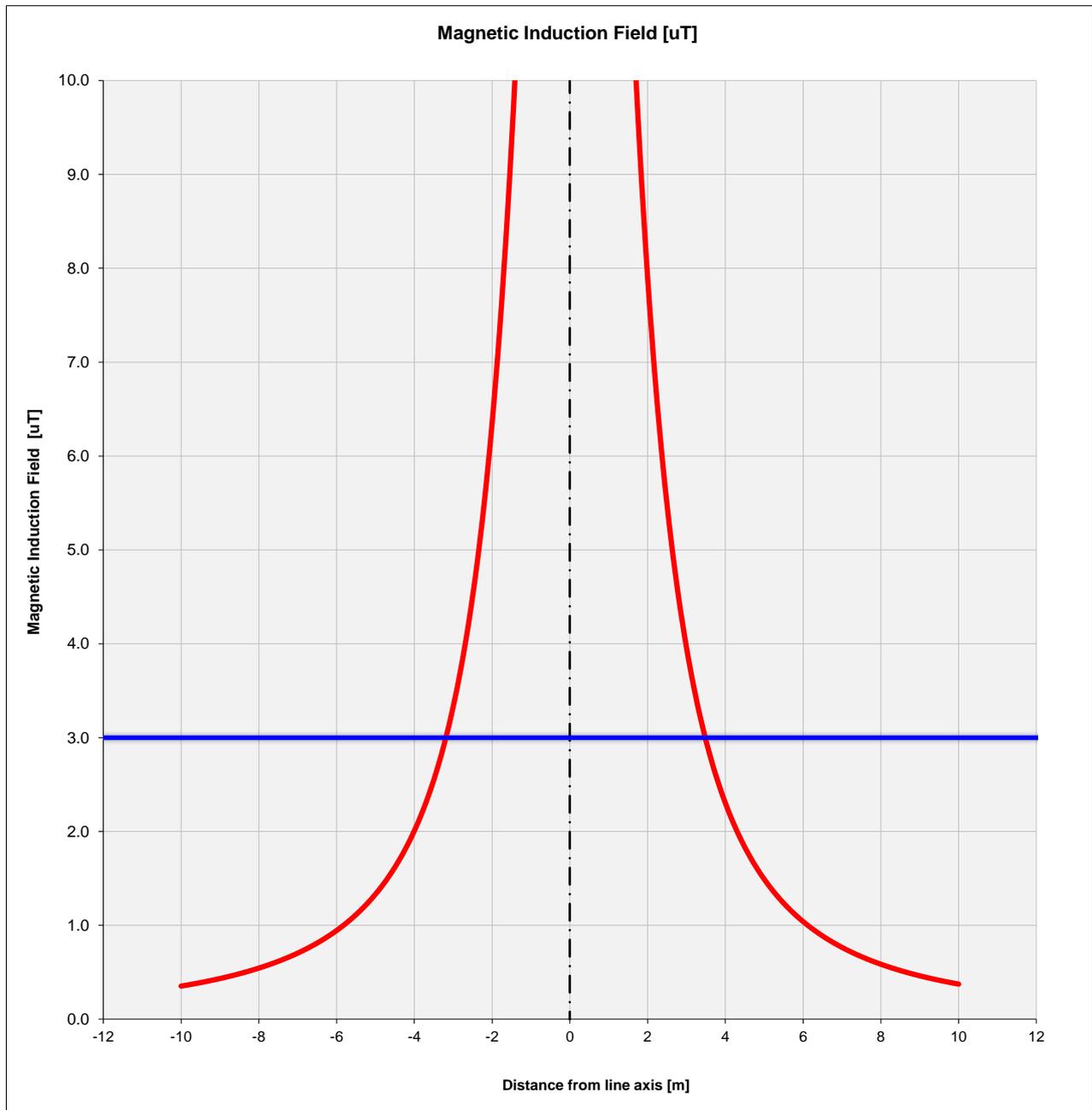
Figura 9 - Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo MT del cavidotto di tipo "1C" calcolata a livello del suolo



**Figura 10 - Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo MT del cavidotto di tipo "2C" calcolata a livello del suolo**



**Figura 11 - Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo MT del cavidotto di tipo "3C" calcolata a livello del suolo**



**Figura 12 - Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo MT del cavidotto di tipo "4C" calcolata a livello del suolo**

Per il cavidotto si è proceduto al calcolo delle relative DPA considerando il tipico di posa utilizzato.

Il calcolo è stato effettuato determinando le curve di livello a 3 e 10 microT, calcolate su un sezione verticale ortogonale all'asse del cavidotto e riportate nelle seguenti Figura 13, Figura 14, Figura 15, Figura 16, riferite alle sezioni di posa sopra considerate.

Tale grafico consente di ricavare:

- la Fascia di Rispetto, rappresentata dalla curva a 3 microTesla
- la Distanza di Prima Approssimazione (DPA), rappresentata dalla distanza fra le proiezioni al suolo dell'asse del cavidotto e della fascia di rispetto, arrotondata per eccesso al metro superiore.

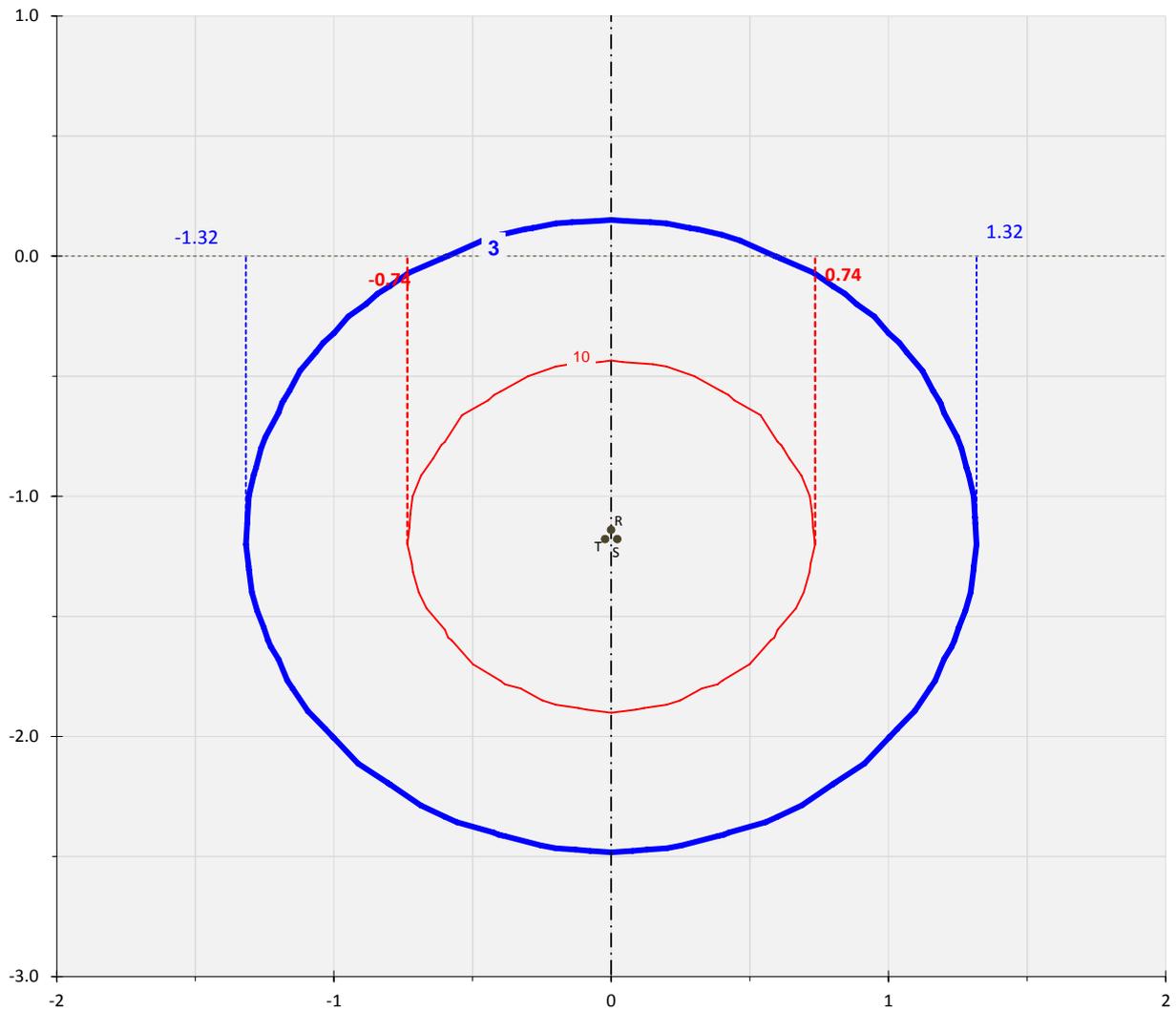
Si ottengono i seguenti valori:

Sezione tipo "1C": **DPA=2 m**

Sezione tipo "2C": **DPA=3 m**

Sezione tipo "3C": **DPA=4 m**

Sezione tipo "4C": **DPA=4 m**



**Figura 13 - Curve di equilivello per il campo magnetico del cavidotto MT "1C"**

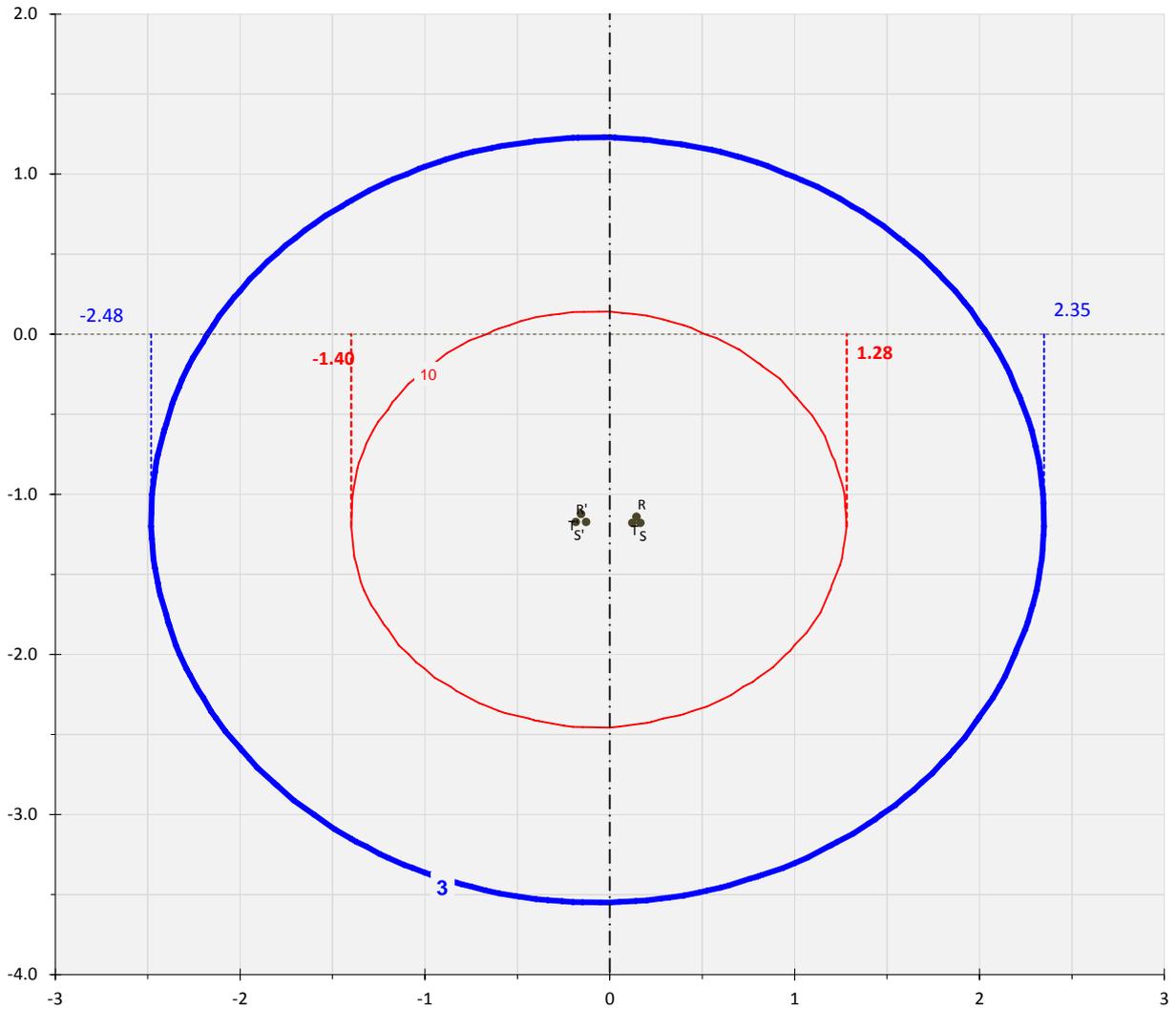


Figura 14 - Curve di equilivello per il campo magnetico del cavidotto MT "2C"

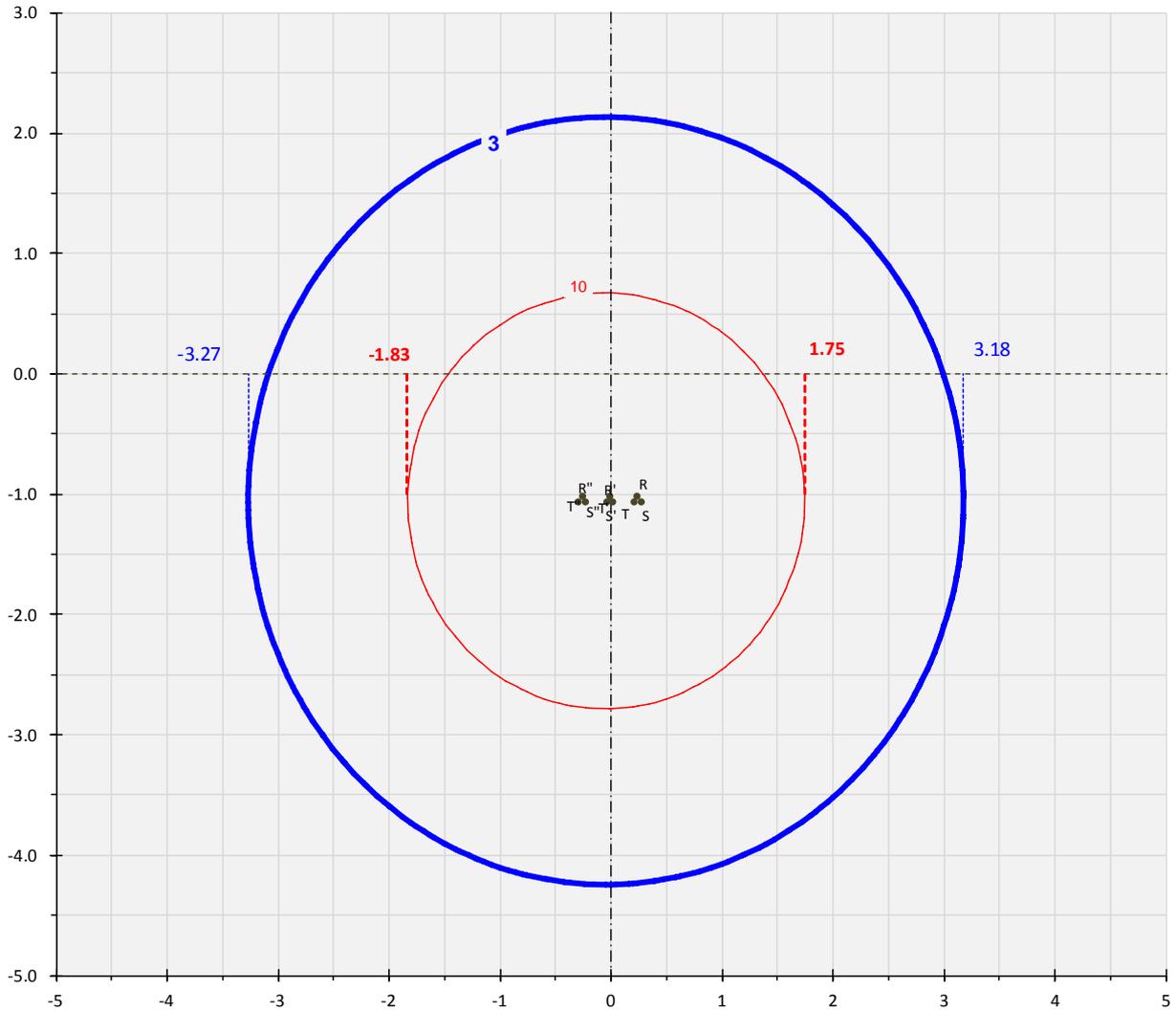
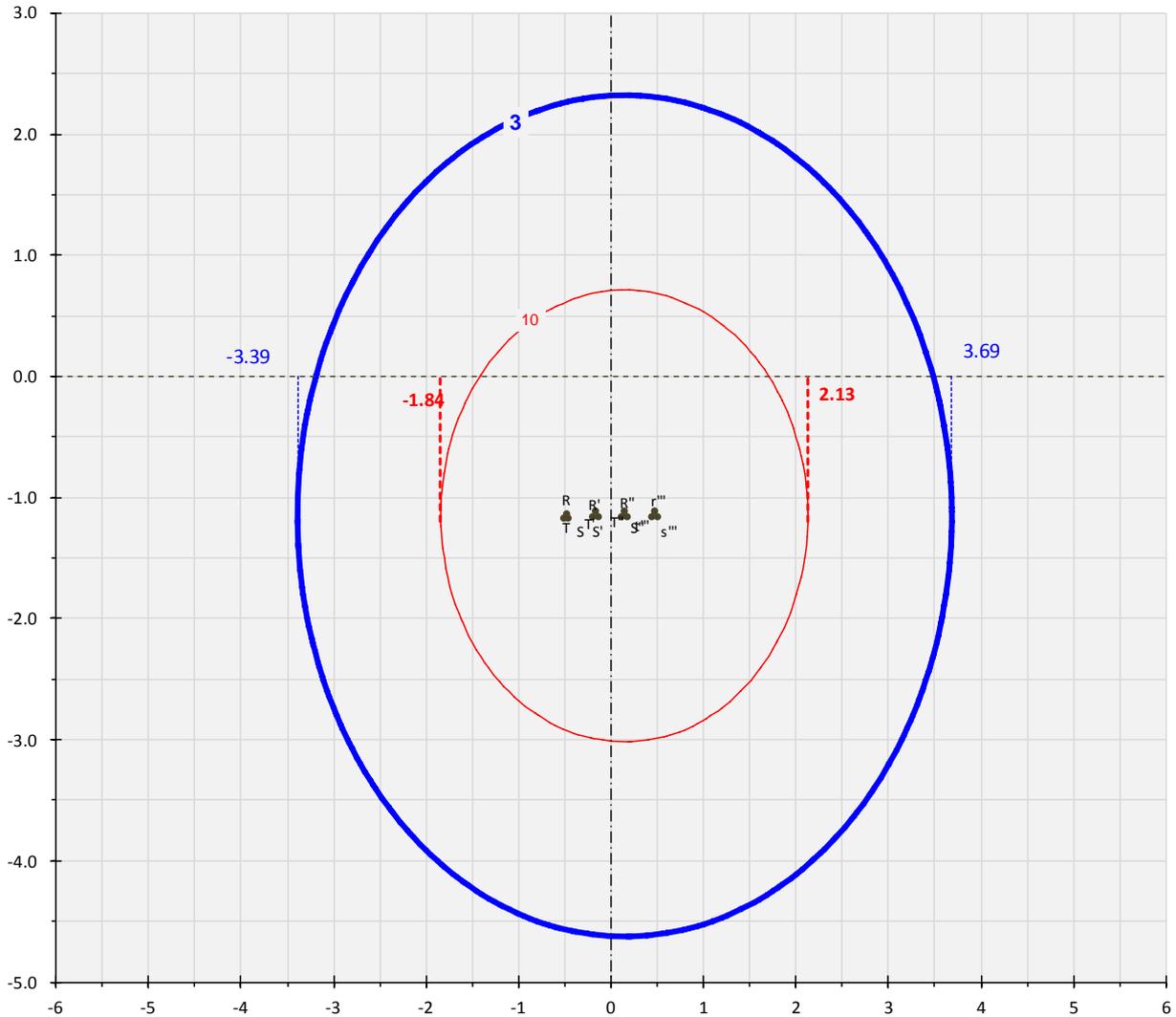


Figura 15 - Curve di equilivello per il campo magnetico del cavidotto MT "3C"



**Figura 16 - Curve di equilivello per il campo magnetico del cavidotto MT "4C"**

In considerazione delle aree in cui si sviluppa il tracciato dei cavidotti in questione si può escludere la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

*Altri Cavi*

Altri campi elettromagnetici dovuti al monitoraggio e alla trasmissione dati possono essere trascurati, essendo le linee dati realizzate normalmente in cavo schermato.

## 7.2 Campi elettromagnetici delle opere connesse

### 7.2.1 Linee elettriche in corrente alternata in alta tensione

Il cavo AT di collegamento fra la stazione condivisa e la stazione di rete è oggetto di progetto e verifica a cura della società capofila WindErg e pertanto non verrà trattato nella presente relazione.

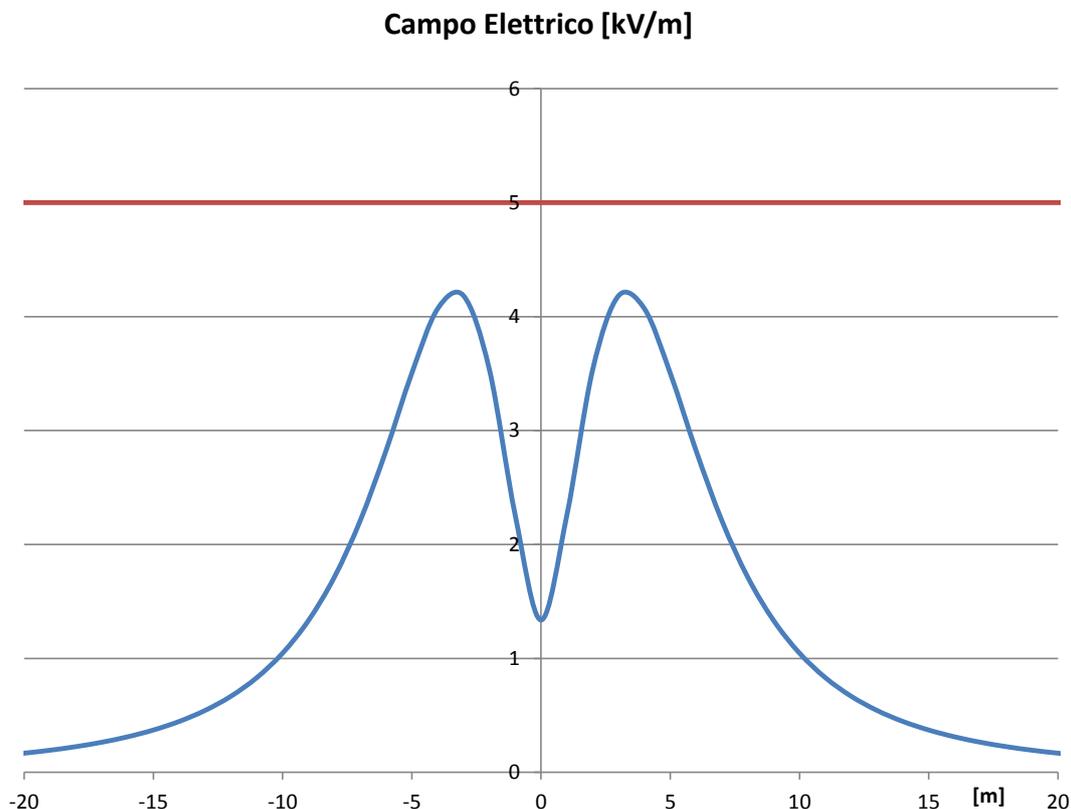
### 7.2.2 Stazione elettrica d'utenza

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 e fabbricati).

In particolare la stazione avrà le seguenti caratteristiche di massima:

- Stallo trasformatore (tubolare di alluminio da 100 mm);
- Stallo linea (tubolare di alluminio da 100 mm);
- Distanza tra le fasi (2,2 m come da standard TERNA);
- Corrente nominale  $I_n = 289$  A (150 kV)

I valori di campo elettrico al suolo risultano massimi in corrispondenza delle apparecchiature AT a 150 kV con valori attorno a qualche kV/m, ma si riducono a meno di 1 kV/m a ca. 10 m di distanza da queste ultime.

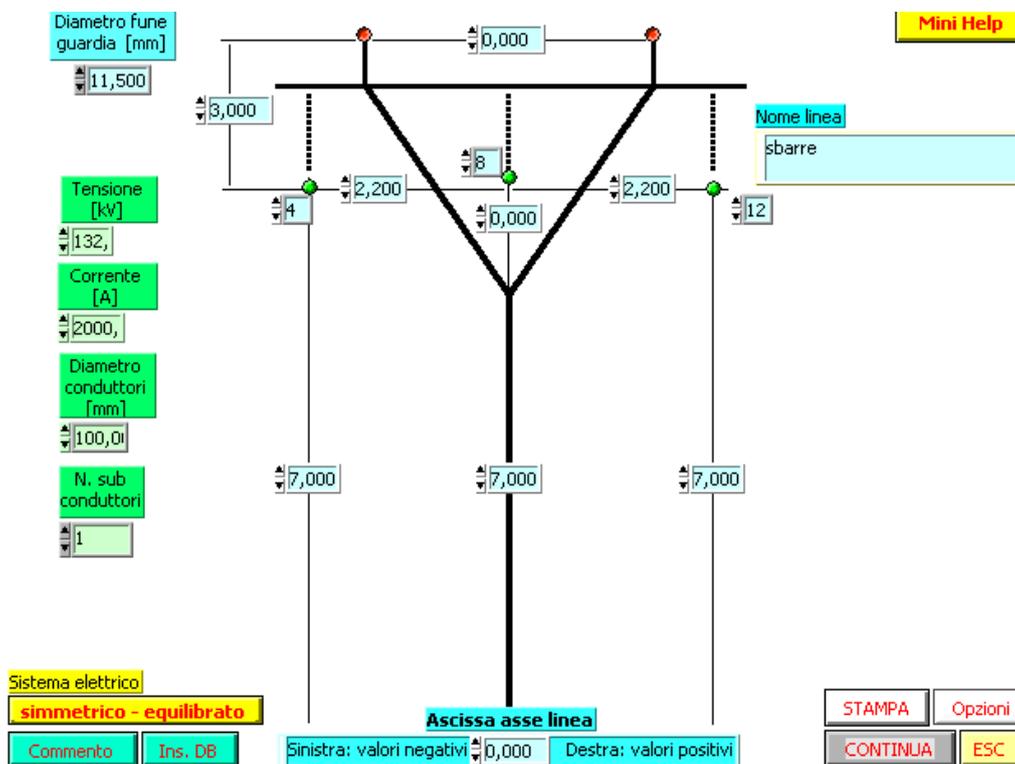


**Figura 17 - Campo elettrico al suolo generato dal sistema di sbarre a 150 kV**

I valori di campo magnetico al suolo sono massimi nelle stesse zone di cui sopra ed in corrispondenza delle via cavi, ma variano in funzione delle correnti in gioco: con correnti sulle linee pari al valore di portata massima in esercizio normale delle linee si hanno valori pari a qualche decina di microtesla, che si riducono a meno di 3  $\mu$ T a 4 m di distanza dalla proiezione dell’asse della linea.

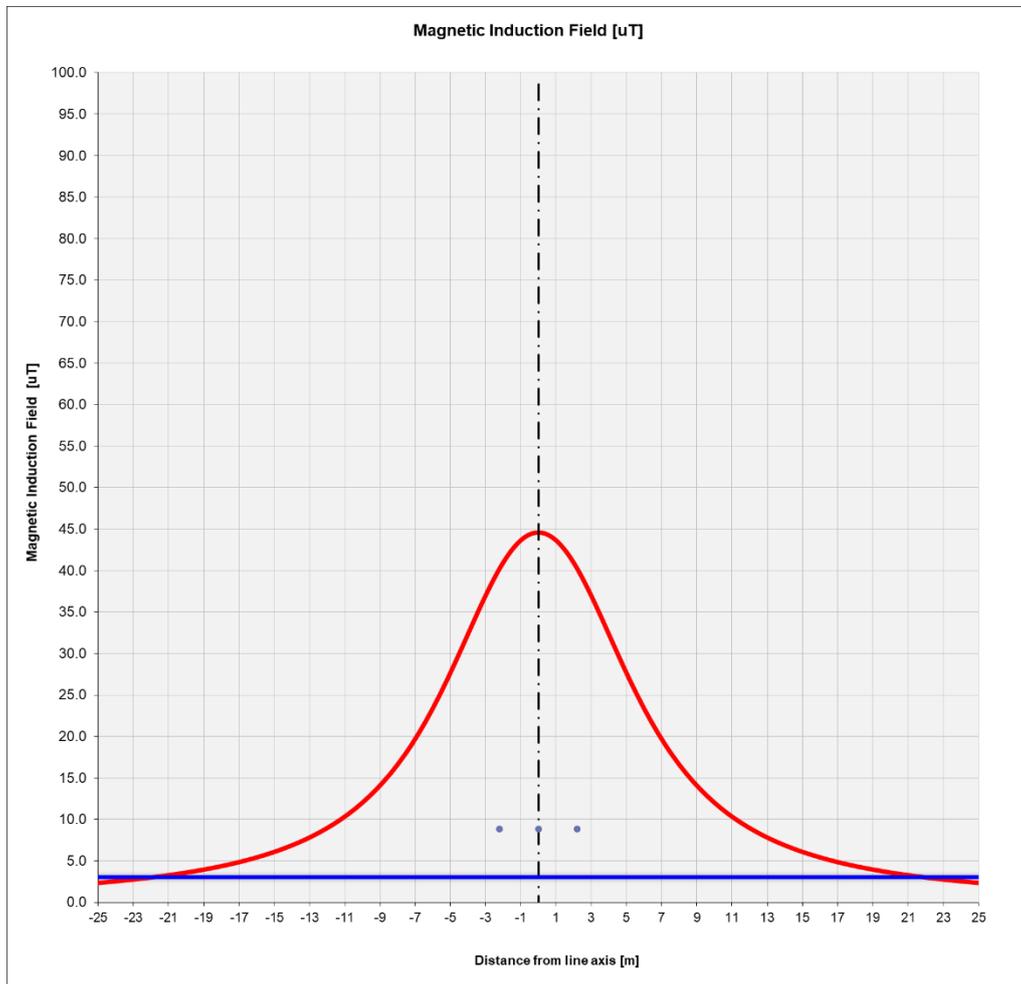
I valori in corrispondenza della recinzione della stazione sono notevolmente ridotti ed ampiamente sotto i limiti di legge.

A titolo orientativo nel seguito si riporta il profilo di campo magnetico dovuto ad un sistema trifase con caratteristiche e disposizione dei conduttori analoghe a quelle dei condotti sbarre presenti in stazione, considerando una corrente massima di 2000 A pari alla corrente massima sopportabile dalle sbarre stesse. Nella seguente figura è riportata la geometria di un sistema trifase con disposizione dei conduttori assimilabile a quella delle sbarre della stazione d’utenza.



**Figura 18 - Linea AT con disposizione conduttori in piano assimilabile ad un sistema semplice sbarra a 132/150 kV**

Con conduttori percorsi da una terna trifase equilibrata di correnti di 2000 A (corrente max sopportabile dalle sbarre), estremamente cautelativa rispetto alla max corrente reale, si ha un andamento di campo magnetico come riportato nella figura seguente.



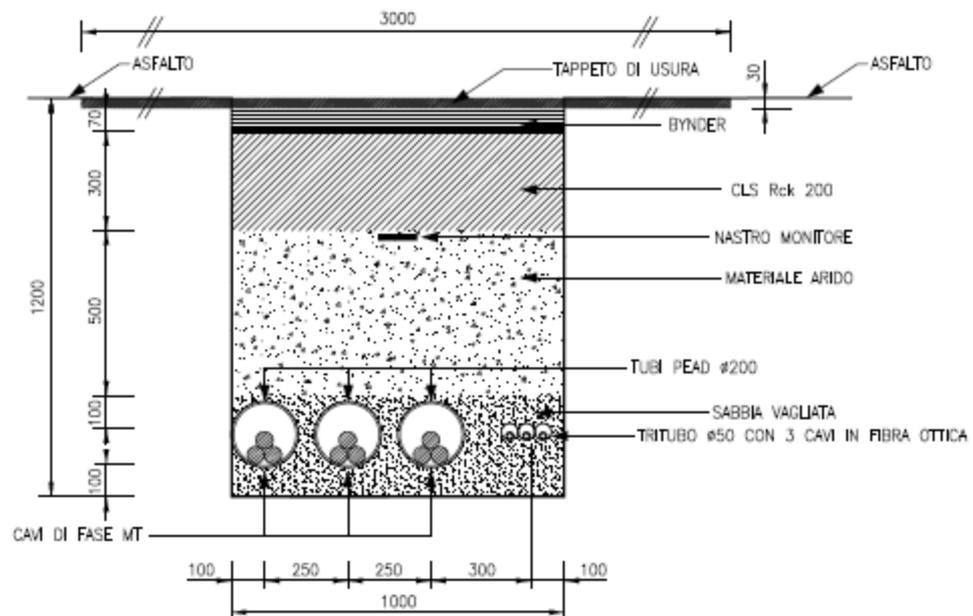
**Figura 19 - Andamento del campo di induzione magnetica per I = 2000 A**

Si può notare che ad una distanza di circa 22 m dall'asse del sistema di sbarre l'induzione magnetica è inferiore al valore di 3 microT.

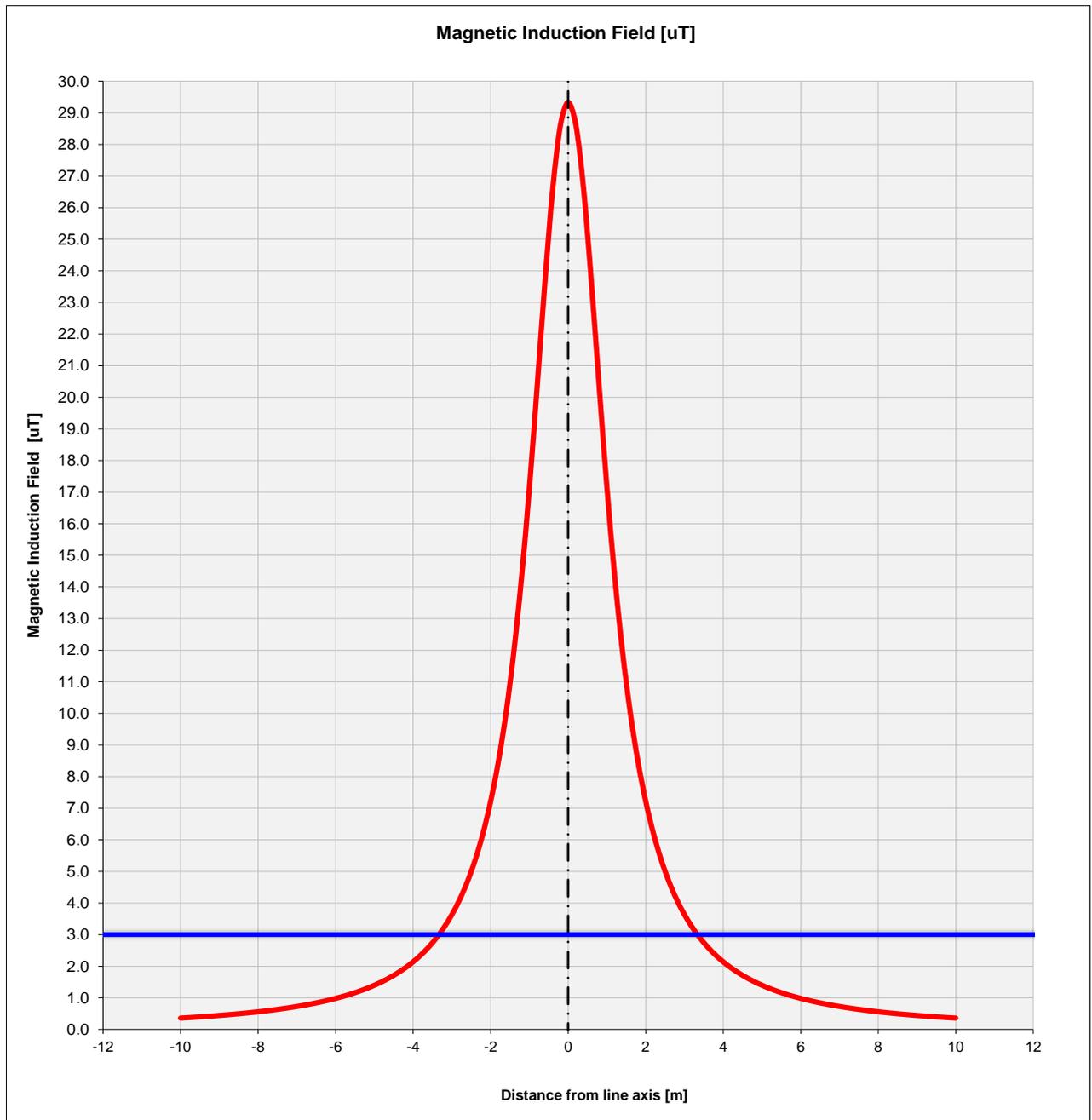
Data la localizzazione della stazione, non si rilevano recettori sensibili a distanze inferiori a quella sopra calcolata.

### 7.2.3 Cavidotto MT in sottostazione

In particolare, ai fini del calcolo, nei cavidotti sono posati tre cavi unipolari da 630 mm<sup>2</sup> all'interno di tubi per i quali è stato effettuato il calcolo del campo di induzione magnetica secondo quanto previsto dalla Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche" come già indicato al cap. 7.1.1.



**Figura 20 - Tipico di posa del cavidotto MT di connessione fra il control building e il trasformatore MT/AT**



**Figura 21 - Andamento dell'induzione magnetica prodotta dalla linea in cavo MT calcolata a livello del suolo**

Per il cavidotto si è proceduto al calcolo delle relative DPA considerando il tipico di posa utilizzato.

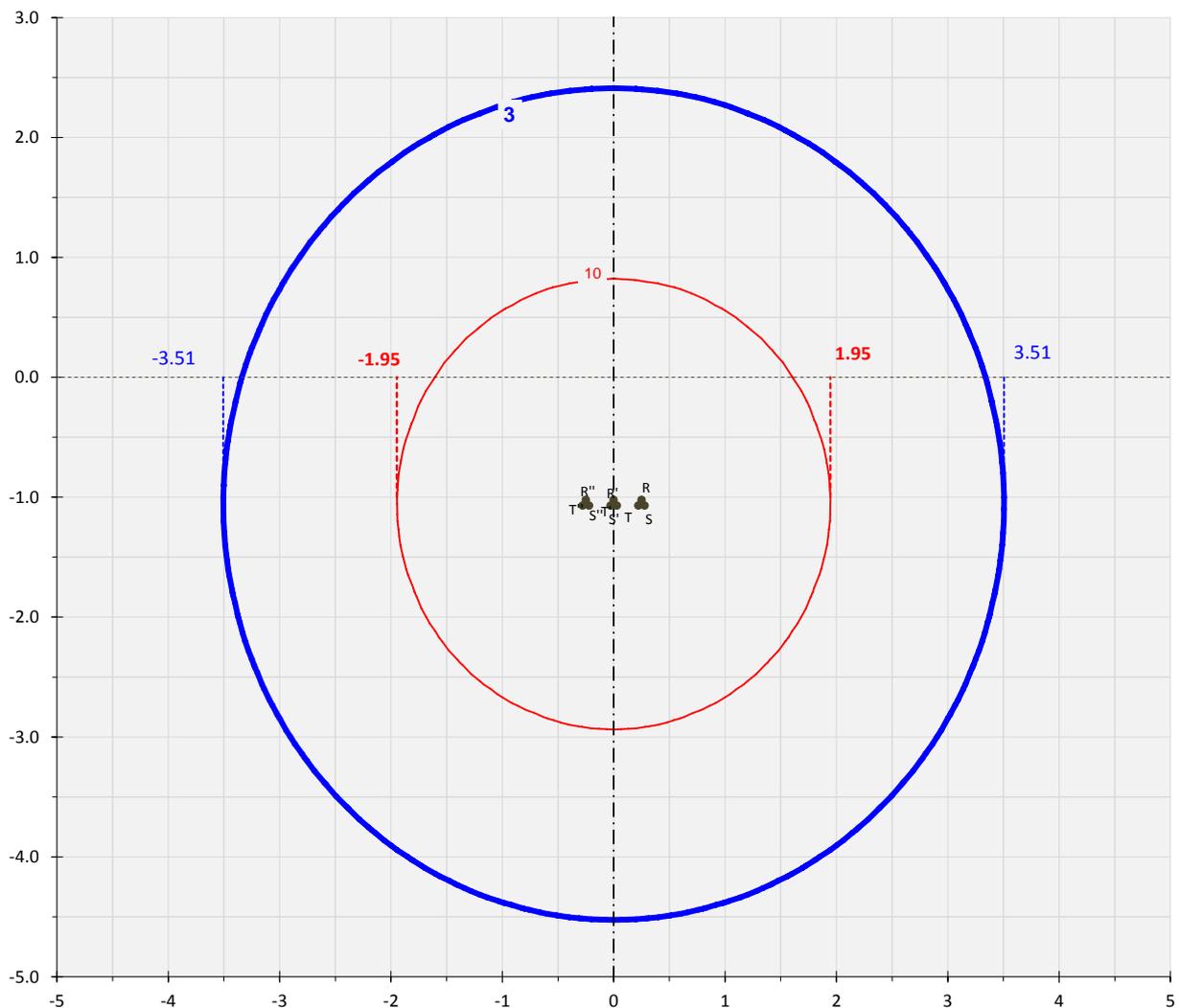
Il calcolo è stato effettuato determinando le curve di livello a 3 e 10 microT, calcolate su un sezione verticale ortogonale all'asse del cavidotto e riportate in Figura 22 , riferite alla sezione di posa considerata.

Tale grafico consente di ricavare:

- la Fascia di Rispetto, rappresentata dalla curva a 3 microTesla

- la Distanza di Prima Approssimazione (DPA), rappresentata dalla distanza fra le proiezioni al suolo dell'asse del cavidotto e della fascia di rispetto, arrotondata per eccesso al metro superiore.

Si ottengono i seguenti valori: **DPA=4 m**



**Figura 22 - Curve di equilivello per il campo magnetico del cavidotto MT di connessione fra control building e il trasformatore MT/AT**

In considerazione delle aree in cui si sviluppa il tracciato dei cavidotti in questione si può escludere la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge.

Per quanto riguarda il valore del campo elettrico, trattandosi di linee interrate, esso è da ritenersi insignificante grazie anche all'effetto schermante del rivestimento del cavo e del terreno.

#### *Altri Cavi*

Altri campi elettromagnetici dovuti al monitoraggio e alla trasmissione dati possono essere trascurati, essendo le linee dati realizzate normalmente in cavo schermato.

### **7.3 Analisi dei risultati ottenuti**

Come mostrato nelle tabelle e figure dei paragrafi precedenti le azioni di progetto fanno sì che sia possibile riscontrare intensità del campo di induzione magnetica superiore al valore obiettivo di  $3 \mu\text{T}$ , sia in corrispondenza dei cavidotti MT esterni, della stazione di utenza, del cavidotto AT e del cavidotto MT all'interno della stazione d'utenza; d'altra parte è stato dimostrato come la fascia entro cui tale limite viene superato è circoscritto intorno alle opere suddette, gran parte delle quali si trovano all'interno dell'area di impianto.

D'altra parte trattandosi di cavidotti che si sviluppano in territori scarsissimamente antropizzati, si può certamente escludere la presenza continuativa di recettori sensibili entro le predette fasce, venendo quindi soddisfatto l'obiettivo di qualità da conseguire nella realizzazione di nuovi elettrodotti fissato dal DPCM 8 Luglio 2003.

La stessa considerazione può ritenersi certamente valida per stazione di utenza AT/MT.

Infatti, anche per la stazione d'utenza, ad eccezione che in corrispondenza degli ingressi e delle uscite linea, al di fuori della recinzione della stazione i valori di campo magnetico sono inferiori ai limiti di legge.

## 8 CONCLUSIONI

Le uniche radiazioni associabili a questo tipo di impianti sono le radiazioni non ionizzanti costituite dai campi elettrici e magnetici a bassa frequenza (50 Hz), prodotti rispettivamente dalla tensione di esercizio degli elettrodotti e dalla corrente che li percorre. I valori di riferimento, per l'esposizione ai campi elettrici e magnetici, sono stabiliti dalla Legge n. 36 del 22/02/2001 e dal successivo 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 di 50 Hz degli elettrodotti".

In generale, per quanto riguarda il campo elettrico in media tensione esso è notevolmente inferiore a 5 kV/m (valore imposto dalla normativa) e per il livello 150kV esso diventa inferiore a 5 kV/m già a pochi metri dalle parti in tensione.

Mentre per quel che riguarda il campo di induzione magnetica il calcolo nelle varie sezioni di impianto ha dimostrato come non ci siano fattori di rischio per la salute umana a causa delle azioni di progetto, poiché è esclusa la presenza di recettori sensibili entro le fasce per le quali i valori di induzione magnetica attesa non sono inferiori agli obiettivi di qualità fissati per legge; mentre il campo elettrico generato è nullo a causa dello schermo dei cavi o assolutamente trascurabile negli altri casi per distanze superiori a qualche cm dalle parti in tensione.

Infatti per quanto riguarda il campo magnetico, relativamente ai cavidotti MT, in tutti i tratti realizzati mediante l'uso di cavi unipolari, si può considerare che l'obiettivo di qualità si raggiunge, nella condizione più critica, a 4 m (DPA) dall'asse dei cavidotti; sulla base della scelta del tracciato, si esclude la presenza di luoghi adibiti alla permanenza di persone per durate non inferiori alle 4 ore al giorno.

Nel caso della stazione di trasformazione, i valori di campo magnetico al di fuori della recinzione sono sicuramente inferiori ai valori limite di legge.

L'impatto elettromagnetico può pertanto essere considerato non significativo.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa con i risultati ottenuti:

TRATTO ESAMINATO	FASCIA DI RISPETTO CALCOLATA (m)	FASCIA DI RISPETTO DA MANTENERE (m)	Il limite di 3 $\mu$ T (obiettivo di qualità) nella progettazione di nuovi elettrodotti e di nuovi insediamenti vicino a elettrodotti esistenti
QUATTRO TERNE MT	3,52	4	da considerare
STALLO TRAF0	4	4	da considerare
SBARRE AT	22	22	da considerare
CAVI MT IN SOTTOSTAZIONE	3,51	4	da considerare

**Tabella 5 – Riepilogo dei risultati ottenuti**