

**REGIONE PUGLIA**  
PROVINCIA DI TARANTO  
**COMUNE DI AVETRANA**

Oggetto:

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO EOLICO NEL  
COMUNE DI AVETRANA DENOMINATO "VENTICINQUE ANNI" COSTITUITO DA 10  
AEROGENERATORI DI POTENZA TOTALE PARI A 72 MW E RELATIVE OPERE DI  
CONNESSIONE**

Sezione:

**SEZIONE RS - RELAZIONI SPECIALISTICHE**

Elaborato:

**RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO**

Nome file stampa:

**EO\_AVT01\_PD\_RS\_08\_00.pdf**

Codifica regionale:

**TMCJ3G3\_RelazioneImpattoElettromagnetico**

Scala:

-

Formato di stampa:

**A4**

Nome elaborato:

**EO\_AVT01\_PD\_RS\_08**

Tipologia:

**R**

Proponente:

**E-WAY 12 S.r.l.**

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 ROMA (RM)  
P.IVA. 17481561003



**EWAY12**

Gruppo E-WAY FINANCE S.p.A.

**E-WAY 12 S.R.L.**  
P.zza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 - Roma  
C.F./P.Iva 17481561003  
e-way12@legalmail.it

Progettista:

**E-WAY 12 S.r.l.**

Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 ROMA (RM)  
P.IVA 17481561003



**EWAY12**

Gruppo E-WAY FINANCE S.p.A.



CODICE	REV. n.	DATA REV.	REDAZIONE	VERIFICA	VALIDAZIONE
EO_AVT01_PD_RS_08	00	06/2024	F.Di Marino	M.Oliviero	A. Bottone

E-WAY 12 S.r.l.

Sede legale  
Piazza di San Lorenzo in Lucina, 4  
00186 ROMA (RM)  
PEC: e-way12@legalmail.it tel. +39 0694414500

## INDICE

<b>4</b>	<b>PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'OPERA.....</b>	<b>6</b>
<b>7</b>	<b>Inquadramento normativo.....</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>METODOLOGIA DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI.....</b>	<b>11</b>
8.1	Modello di calcolo normalizzato bidimensionale (§ 6.1 della norma CEI 106-11 parte 1) .....	13
8.2	Distanza di prima approssimazione di parete.....	14
<b>9</b>	<b>CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI .....</b>	<b>16</b>
9.1	Aerogeneratori.....	16
9.2	Linea elettrica in cavo interrato MT .....	17
9.3	Cabina di raccolta .....	26
9.3.1	Quadri MT.....	26
9.3.2	Trasformatore MT/BT per servizi ausiliari .....	26
9.4	Linea elettrica esterna in cavo interrato MT.....	27
9.5	Stazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV.....	28
9.5.1	Quadri MT e trasformatore MT/BT .....	28
9.5.2	Trasformatore AT/MT.....	29
9.5.3	Conduttori AT a 150 kV .....	30
9.6	Linee elettriche in cavo interrato AT a 150 kV .....	34
<b>10</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>36</b>

## INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1: Schema a blocchi di connessione dell'impianto</i> .....	6
<i>Figura 2: Inquadramento progetto eolico su IGM</i> .....	7
<i>Figura 3: Schematizzazione delle linee aeree e in cavo interrato e formule per la determinazione dei fasori delle componenti spaziali dell'induzione magnetica</i> .....	14
<i>Figura 4 Rappresentazione cavo ARE4H5E</i> .....	17
<i>Figura 5: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 95 mm<sup>2</sup>.</i> .....	19
<i>Figura 6: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 630 mm<sup>2</sup>.</i> .....	20
<i>Figura 7: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Due terne da 630 mm<sup>2</sup>.</i> .....	21
<i>Figura 8: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Tre terne da 630 mm<sup>2</sup>.</i> .....	22
<i>Figura 9: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 95 mm<sup>2</sup> e due terne da 630 mm<sup>2</sup>.</i> .....	23
<i>Figura 10: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Cinque terne da 630 mm<sup>2</sup>.</i> .....	24
<i>Figura 11: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori.</i> .....	30
<i>Figura 12: Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori.</i> .....	30
<i>Figura 13: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna AT da 1600 mm<sup>2</sup>.</i> .....	34
<i>Figura 14: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna AT da 1600 mm<sup>2</sup>.</i> .....	35

## INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1: Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro. ....</i>	<i>8</i>
<i>Tabella 2: Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/2003, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE.....</i>	<i>9</i>
<i>Tabella 3 Elenco tratte cavo interrato MT.....</i>	<i>17</i>
<i>Tabella 4: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 95 mm<sup>2</sup>. ....</i>	<i>19</i>
<i>Tabella 5: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 630 mm<sup>2</sup>. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabella 6: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Due terne da 630 mm<sup>2</sup>. ....</i>	<i>21</i>
<i>Tabella 7: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Tre terne da 630 mm<sup>2</sup>. ....</i>	<i>22</i>
<i>Tabella 8: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 95 mm<sup>2</sup> e due terne da 630 mm<sup>2</sup>. ....</i>	<i>23</i>
<i>Tabella 9: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Cinque terne da 630 mm<sup>2</sup>. ....</i>	<i>24</i>
<i>Tabella 10: Distanza di prima approssimazione per cavidotti di collegamento del parco eolico .....</i>	<i>25</i>
<i>Tabella 11 DPA del quadro MT della cabina di raccolta .....</i>	<i>26</i>
<i>Tabella 12 DPA del trasformatore SA della cabina di raccolta .....</i>	<i>27</i>
<i>Tabella 13 DPA del quadro MT dell'edificio utente.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabella 14 DPA del trasformatore SA della cabina di raccolta .....</i>	<i>29</i>
<i>Tabella 15 DPA del trasformatore AT/MT di progetto .....</i>	<i>29</i>
<i>Tabella 16: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Conduttori AT. ....</i>	<i>31</i>
<i>Tabella 17: Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Conduttori AT. ....</i>	<i>32</i>
<i>Tabella 18 Caratteristiche dei cavi AT di impiego prevalente .....</i>	<i>34</i>

## 1 PREMESSA

Il presente elaborato si riferisce al progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte eolica, ed opere di connessione annesse, denominato "Venticinque Anni", sito nel Comune di Avetrana (TA).

In particolare, il progetto è riferito ad un impianto eolico di potenza totale pari a 72 MW e costituito da:

- n. 10 aerogeneratori di potenza nominale 7.2 MW, di diametro di rotore 162 m e di altezza al mozzo 119 m, assimilabili al tipo Vestas V162;
- linee elettriche in media tensione a 30 kV in cavo interrato necessarie per l'interconnessione degli aerogeneratori alla stazione elettrica di trasformazione;
- una stazione elettrica di utenza di trasformazione 30/150 kV;
- una cabina di raccolta e misura di interconnessione tra gli aerogeneratori e la stazione elettrica di utenza;
- una linea elettrica in alta tensione a 150 kV in cavo interrato per la connessione in antenna della sezione di impianto e lo stallo a 150 kV previsto all'interno dell'ampliamento del satellite della stazione elettrica della RTN "ERCHIE 380/150 kV";
- tutte le apparecchiature elettromeccaniche in alta tensione di competenza utente da installare all'interno della stazione elettrica della RTN in corrispondenza dello stallo assegnato.

Titolare dell'iniziativa proposta è la società E-WAY 12 S.r.l., avente sede legale in Piazza di San Lorenzo in Lucina 4, 00186 Roma, P.IVA 17481561003.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

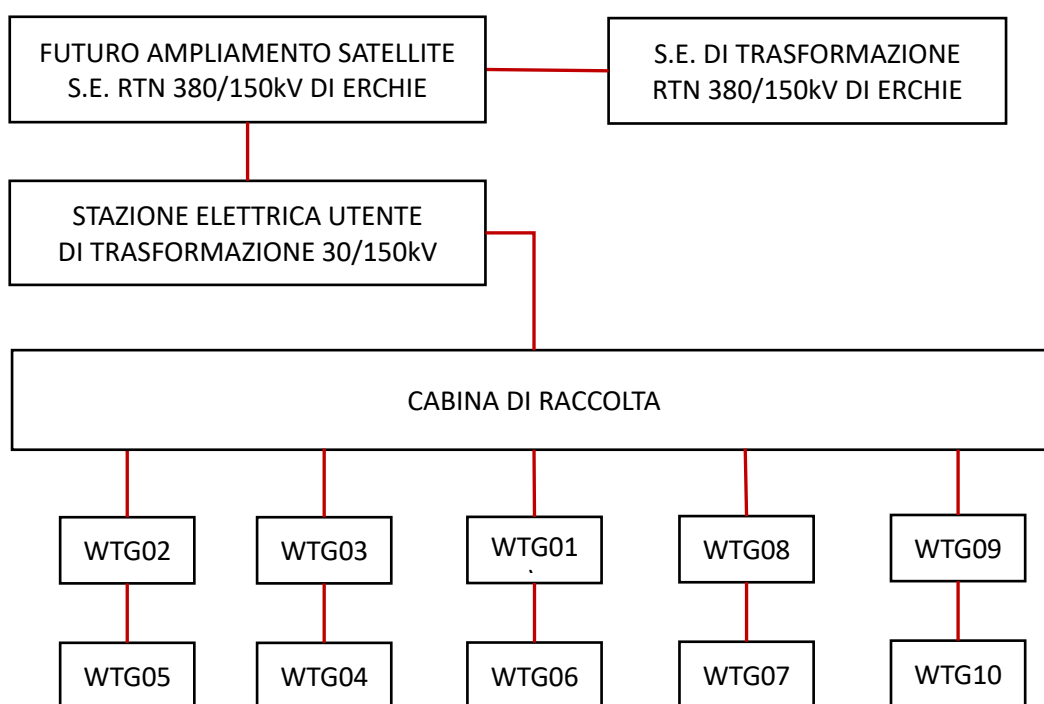
- Legge n. 36 del 22 febbraio 2001, “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- DPCM 8 luglio 2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, valori di attenzione ed obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- DM 29 maggio 2008, GU n. 156 del 5 luglio 2008, “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti”;
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione, distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo”;
- CEI 20-21 “Calcolo della portata di corrente” (IEC 60287);
- CEI 106-11 Parte 1 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo”;
- CEI 106-11 Parte 2 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte 2: Distanza di prima approssimazione per cabine media-bassa tensione”;
- CEI 211-4 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee e da stazioni elettriche”;
- Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche. Linea Guida per l’applicazione del § 5.1.3 dell’Allegato al DM 29.05.08. Enel Distribuzione S.p.A.
- “Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti” APAT (*Agenzia per la Protezione dell’Ambiente e per i servizi Tecnici*);

### 3 DESCRIZIONE E CARATTERISTICHE DELL'OPERA

Oggetto della presente relazione sarà la determinazione della distanza di prima approssimazione DPA alla quale siano rispettati gli obiettivi di qualità dell'impianto eolico di progetto indicati nell'art. 4 del DPCM 8 luglio 2003.

L'impianto eolico è composto da 10 aerogeneratori di potenza nominale pari a 7.2 MW collegati mediante un cavidotto interno interrato a 30 kV alla cabina di raccolta, da questa mediante cavidotto esterno interrato a 30kV alla stazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV e mediante cavidotto interrato a 150 kV collegato al futuro ampliamento del satellite alla S.E. RTN 380/150 kV di Erchie.

Si riporta di seguito uno schema a blocchi che descrive le opere previste per la connessione dell'impianto eolico alla nuova Stazione Elettrica della RTN.

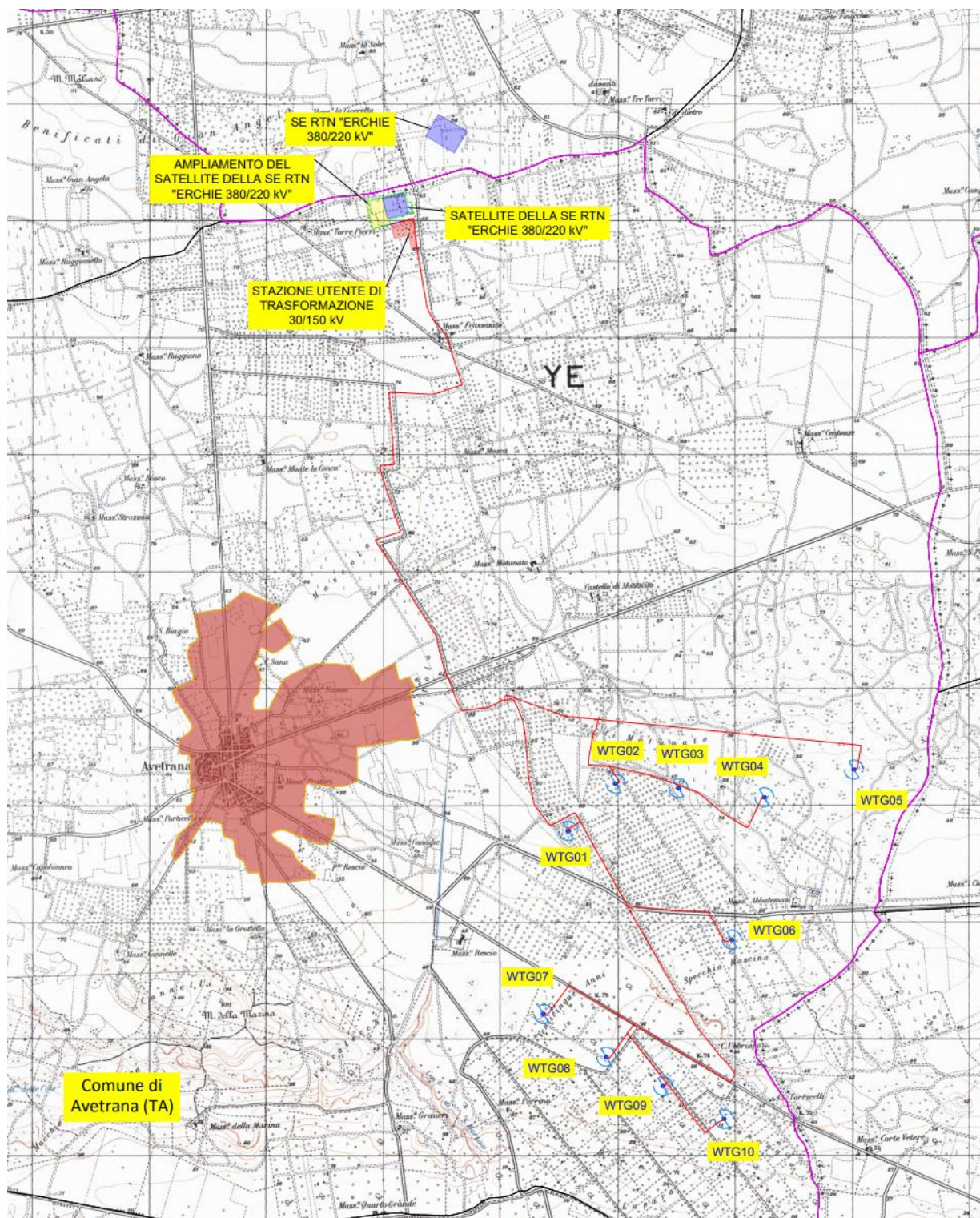


*Figura 1: Schema a blocchi di connessione dell'impianto*

Le opere elettriche di impianto, sulle quali rivolgere l'attenzione ai fini della presente valutazione sono:

- Aerogeneratori, contenenti sia il trasformatore 0,720/30 kV che le apparecchiature elettromeccaniche a 30 kV (quadri MT);
- Linee elettriche in cavo interrato a 30 kV, congiungente il parco eolico (entra-esce tra i vari aerogeneratori) con la cabina di raccolta e da questa alla stazione elettrica utente di trasformazione;
- Stazione elettrica utente di trasformazione 150/30 kV (SSEU) con locali tecnici MT e BT, sezione di trasformazione 150/30 kV, sistema sbarre AT a 150 kV e partenza cavo AT verso SE RTN;
- Linea elettrica in cavo interrato a 150 kV, congiungente la stazione elettrica utente di trasformazione con il futuro ampliamento del satellite alla stazione elettrica RTN 380/150 kV.

Si riporta nel seguito degli estratti della tavola di inquadramento su IGM dell'impianto eolico in cui sono rappresentati i posizionamenti degli aerogeneratori e le opere di connessione.



**Figura 2: Inquadramento progetto eolico su IGM**



## 4 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La normativa nazionale per la tutela della popolazione dagli effetti dei campi elettromagnetici disciplina separatamente le basse frequenze (es. elettrodotti) e le alte frequenze (es. impianti radiotelevisivi, stazioni radiobase, ponti radio).

Il 14 febbraio 2001 è stata approvata dalla Camera dei deputati la legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico (L.36/01). In generale il sistema di protezione dagli effetti delle esposizioni agli inquinanti ambientali distingue tra:

- Effetti acuti (o di breve periodo), basati su una soglia, per cui si fissano limiti di esposizione che garantiscono - con margini cautelativi - la non insorgenza di tali effetti;
- Effetti cronici (o di lungo periodo), privi di soglia e di natura probabilistica (all'aumentare dell'esposizione aumenta non l'entità ma la probabilità del danno), per cui si fissano livelli operativi di riferimento per prevenire o limitare il possibile danno complessivo.

È importante dunque distinguere il significato dei termini utilizzati nelle leggi (riportiamo nella tabella di seguito le definizioni inserite nella legge quadro).

Limiti di esposizione	Valori di CEM che non devono essere superati in alcuna condizione di esposizione, ai fini della tutela dagli effetti acuti.
Valori di attenzione	Valori di CEM che non devono essere superati negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Essi costituiscono la misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti di lungo periodo.
Obiettivi di qualità	Valori di CEM causati da singoli impianti o apparecchiature da conseguire nel breve, medio e lungo periodo, attraverso l'uso di tecnologie e metodi di risanamento disponibili. Sono finalizzati a consentire la minimizzazione dell'esposizione della popolazione e dei lavoratori ai CEM anche per la protezione da possibili effetti di lungo periodo.

**Tabella 1: Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro.**

La normativa di riferimento in Italia per le linee elettriche è il DPCM del 08/07/2003 (G.U. n. 200 del 29/08/2003) "Fissazione dei limiti massimi di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici generati alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti"; tale decreto, per effetto di quanto fissato dalla legge quadro sull'inquinamento elettromagnetico, stabilisce:

- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute della popolazione nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze non contemplate dal D.M. 381/98, ovvero i campi a bassa frequenza (ELF) e a frequenza industriale (50 Hz);
- I limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la tutela della salute dei lavoratori professionalmente esposti nei confronti dei campi elettromagnetici generati a frequenze comprese tra 0 Hz e 300 GHz (esposizione professionale ai campi elettromagnetici);
- Le fasce di rispetto per gli elettrodotti.

Relativamente alla definizione di limiti di esposizione, valori di attenzione e obiettivi di qualità per l'esposizione della popolazione ai campi di frequenza industriale (50 Hz) relativi agli elettrodotti, il DPCM

08/07/2003 propone i valori presenti nella tabella seguente, a cui sono aggiunti per confronto quelli della normativa europea.

Normativa	Limiti previsti	Intensità del campo di Induzione magnetica B ( $\mu$ T)	Intensità del campo Elettrico E (kV/m)
L. 36/01 DPCM 8/7/2003	Limite d'esposizione	100	5
	Limite d'attenzione	10	
	Obiettivo di qualità	3	
Racc. Cons. Europeo 12/07/1999	Livelli di riferimento	100	5
ICNIRP (2010)	Livelli di riferimento	200	5

**Tabella 2: Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/2003, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE**

Il valore di attenzione di 10  $\mu$ T si applica nelle aree di gioco per l'infanzia, negli ambienti abitativi, negli ambienti scolastici e in tutti i luoghi in cui possono essere presenti persone per almeno 4 ore al giorno. Tale valore è da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio.

L'obiettivo di qualità di 3  $\mu$ T si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti e edifici in fase di realizzazione in prossimità di linee e di installazioni elettriche già esistenti (valore inteso come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio). Da notare che questo valore corrisponde approssimativamente al livello di induzione prevedibile, per linee a pieno carico, alle distanze di rispetto stabilite dal vecchio DPCM 23/04/1992.

Si ricorda che i limiti di esposizione fissati dalla legge sono di 100  $\mu$ T per lunghe esposizioni e di 1000  $\mu$ T per brevi esposizioni.

Per quanto riguarda la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti, il Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare, sentite le ARPA, ha approvato, con Decreto 29 maggio 2008, "La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti".

Tale metodologia, ai sensi dell'art. 6 comma 2 del D.P.C.M. 8 luglio 2003, ha lo scopo di fornire la procedura da adottarsi per la determinazione delle fasce di rispetto pertinenti alle linee elettriche aeree e interrate, esistenti e in progetto. I riferimenti contenuti in tale articolo implicano che le fasce di rispetto debbano attribuirsi ove sia applicabile l'obiettivo di qualità: "Nella progettazione di nuovi elettrodotti in corrispondenza di aree di gioco per l'infanzia, di ambienti abitativi, di ambienti scolastici e di luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio" (Art. 4).

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto è stato introdotto nella metodologia di calcolo un procedimento semplificato che trasforma la fascia di rispetto (volume) in una distanza di prima approssimazione (distanza).

Di seguito alcune definizioni:

La Fascia di rispetto è lo spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale

all'obiettivo di qualità ( $3 \mu\text{T}$ ). Come prescritto dall'articolo 4, c. 1 lettera h) della Legge Quadro n. 36 del 22 febbraio 2001, all'interno delle fasce di rispetto non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario e ad uso che comporti una permanenza non inferiore a quattro ore.

La Distanza di Prima Approssimazione (DPA) per le linee è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine secondarie è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

La Distanza di prima approssimazione di parete (DPAP) è la distanza da ogni singola parete, soffitto e pavimento del locale ospitante le apparecchiature elettriche atte alla trasformazione da media a bassa tensione e il sezionamento a media tensione dell'energia elettrica, che garantisce l'osservanza della fascia di rispetto. Nel calcolo della DPA di parete si devono considerare i contributi dovuti alle apparecchiature installate presso la parete in esame.

## 5 METODOLOGIA DI CALCOLO DEI CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

Il modello normalizzato utilizzato per la seguente valutazione per il calcolo dell'induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale di una linea elettrica aerea è quello descritto dalla Norma CEI 211-4, che viene considerato applicabile anche alle linee in cavo interrato.

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

Vengono assunte le seguenti schematizzazioni della linea:

- tutti i conduttori sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- le correnti sono considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori aerei o dei cavi e, nel caso dei conduttori aerei a fascio, negli assi centrali dei fasci, cioè negli assi dei cilindri aventi come generatrici gli assi dei sub-conduttori dei fasci;
- il suolo è considerato perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e quindi si trascurano le immagini dei conduttori rispetto al suolo, che alla frequenza industriale risultano a profondità molto elevate;

In dettaglio, l'induzione magnetica  $\mathbf{B}$  generata da  $N_r$  conduttori filiformi, numerati da 0 a  $(N_r - 1)$ , può essere calcolata mediante la seguente espressione:

$$\vec{B} = -\frac{\mu_0}{4\pi} \sum_{k=0}^{N_r-1} \int_{C_k} \frac{i}{r^3} \vec{r} \times d\vec{l}$$

Dove:

- $\mu_0$  è la permeabilità magnetica del vuoto;
- $N_r$  è il numero dei conduttori (nel nostro caso pari a 3);
- $i$  la corrente;
- $C_k$  il conduttore generico;
- $d\vec{l}$  un suo tratto elementare;
- $r$  la distanza tra questo tratto elementare ed il punto dove si vuole calcolare il campo.

Indicato con  $\mathbf{Q}$  la posizione dell'osservatore, definiamo *sezione normale* il piano verticale passante per  $\mathbf{Q}$  e ortogonale ai conduttori; indichiamo quindi con  $\mathbf{P}_k$  il punto dove il generico conduttore  $C_k$  interseca la *sezione normale*, e con  $\mathbf{i}_k$  la corrente nel singolo conduttore (si è preso l'asse  $z$  nella direzione dei conduttori).

Con queste posizioni, per l'induzione magnetica in  $\mathbf{Q}$  si ottiene l'espressione

$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{N_r-1} \int_{C_k} \frac{i_z \vec{z} \times (\mathbf{Q} - \mathbf{P}_k)}{|\mathbf{Q} - \mathbf{P}_k|^2}$$

Per quanto riguarda invece il campo elettrico, non è in generale possibile, tranne che per configurazioni molto semplici, sviluppare procedure analitiche per il caso generale di strutture tridimensionali.

Queste procedure sono basate sul principio delle cariche equivalenti semplificato: non si considera l'esatta distribuzione delle cariche sulle superficie dei conduttori e si suppone che esse siano concentrate al centro degli stessi, con una densità lineare di carica costante.

Per la determinazione delle cariche presenti sui diversi conduttori della linea ci si avvale del principio delle immagini, in base al quale un piano equipotenziale a potenziale nullo (quale si suppone essere il terreno) può essere simulato con una configurazione di cariche immagini, cioè di cariche di segno opposto a quelle che generano il campo e disposte specularmente rispetto al piano stesso.

In particolare, il campo elettrico di un conduttore rettilineo di lunghezza infinita con densità lineare di carica costante può essere espresso come:

$$\vec{E} = \frac{\lambda}{2\pi\epsilon_0 d} \hat{u}_r$$

Dove:

- $\lambda$  = densità lineare di carica sul conduttore;
- $\epsilon_0$  = permittività del vuoto;
- $d$  = distanza del conduttore rettilineo dal punto di calcolo;
- $\hat{u}_r$  = versore unitario con direzione radiale al conduttore.

Il modello bidimensionale considerato, con le schematizzazioni sopra elencate, fornisce risultati del tutto accettabili ai fini della presente analisi.

Il calcolo dell'induzione magnetica deve essere eseguito, ai sensi del § 5.1.2 dell'Allegato al D.M. 29 maggio 2008, sulla base delle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea, tenendo conto della presenza di eventuali altri elettrodotti.

Detto calcolo delle fasce di rispetto va eseguito utilizzando modelli:

- bidimensionali (2D), se sono rispettate le condizioni di cui al § 6.1 della norma CEI 106-11 parte 1;
- tridimensionali (3D), in tutti gli altri casi (estensione della norma CEI 211-4).

### 5.1 Modello di calcolo normalizzato bidimensionale (§ 6.1 della norma CEI 106-11 parte 1)

Il modello normalizzato utilizzato per la seguente valutazione per il calcolo dell'induzione magnetica prodotta in una sezione trasversale di una linea elettrica aerea è quello descritto dalla Norma CEI 211-4, che viene considerato applicabile anche alle linee in cavo interrato.

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

Vengono assunte le seguenti schematizzazioni della linea:

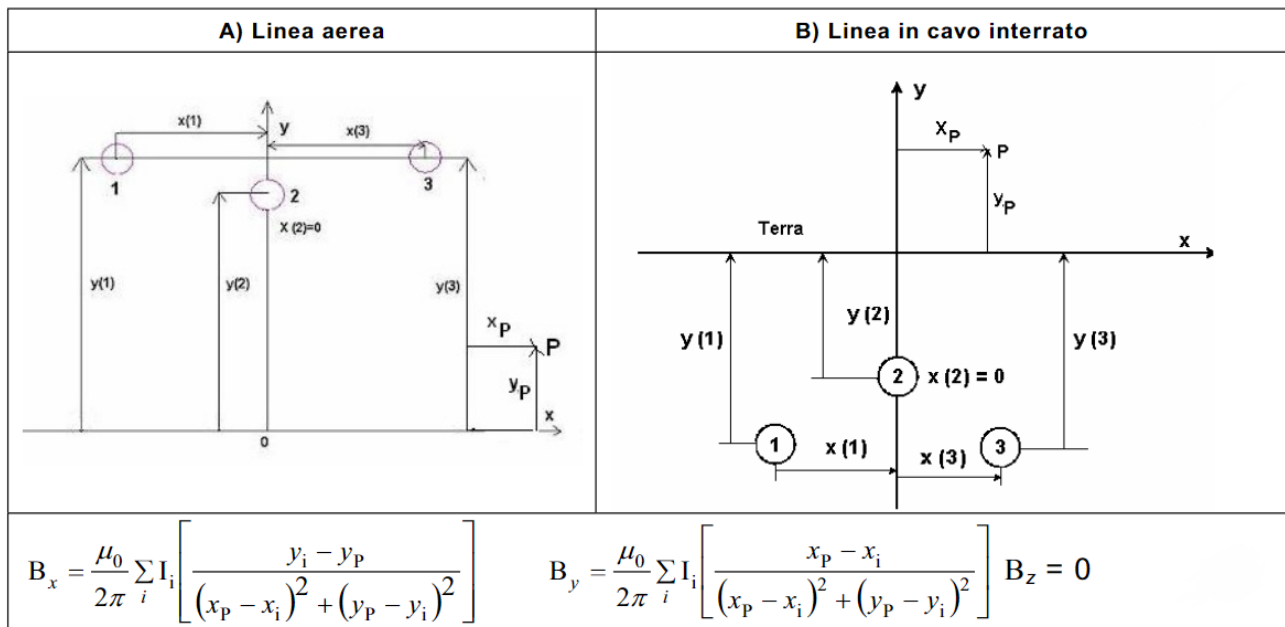
- tutti i conduttori sono considerati rettilinei, orizzontali, di lunghezza infinita e paralleli tra di loro;
- le correnti sono considerate concentrate negli assi centrali dei conduttori aerei o dei cavi e, nel caso dei conduttori aerei a fascio, negli assi centrali dei fasci, cioè negli assi dei cilindri aventi come generatrici gli assi dei sub-conduttori dei fasci;
- per le linee aeree non vengono considerate le correnti indotte nelle funi di guardia in quanto il loro effetto sull'induzione magnetica è ritenuto trascurabile; analogamente per le linee in cavo interrato non si tiene conto delle correnti indotte negli schermi;
- il suolo è considerato perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e quindi si trascurano le immagini dei conduttori rispetto al suolo, che alla frequenza industriale risultano a profondità molto elevate;

Il modello bidimensionale considerato, con le schematizzazioni sopra elencate, fornisce risultati del tutto accettabili ai fini della presente guida per la maggior parte delle situazioni riscontrabili per le linee aeree e in cavo.

L'algoritmo di calcolo considera in sintesi i seguenti passi:

- i valori efficaci e le fasi delle correnti sinusoidali sui conduttori sono rappresentati attraverso fasori (numeri complessi):  $I_i$  è il fasore della corrente  $i$ ; sul conduttore  $i$ ;
- con riferimento ad un generico punto di coordinate  $(x_p, y_p)$  sul piano ortogonale ai conduttori si calcolano i fasori delle componenti spaziali dell'induzione magnetica totale  $B_x$  e  $B_y$  attraverso le formule riportate nella Figura, nella quale è anche illustrato il significato dei simboli usati nelle formule stesse, con riferimento alle linee aeree e a quelle in cavo interrato; per queste ultime la profondità di posa dei cavi (coordinata del centro geometrico di ciascun cavo) va introdotta con il segno negativo; per semplicità e maggior chiarezza, gli schemi riportati si riferiscono a linee a semplice terna, ma ovviamente le formule sotto riportate valgono per linee a doppia terna, introducendo opportunamente i fasori delle correnti in modo da rappresentare la disposizione delle fasi;
- il valore efficace dell'induzione  $B$  magnetica viene ottenuto con la formula:

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



**Figura 3: Schematizzazione delle linee aeree e in cavo interrato e formule per la determinazione dei fasori delle componenti spaziali dell'induzione magnetica**

In alternativa all'utilizzazione del modello di calcolo normalizzato sopra descritto, che richiede l'uso di codici di calcolo, seppur relativamente semplici, si può ricorrere a formule analitiche approssimate, che permettono il calcolo immediato dell'induzione magnetica ad una data distanza dal centro geometrico dei conduttori della linea elettrica o reciprocamente la distanza da tale centro geometrico a cui si verifica un prefissato valore di induzione magnetica: esse sono pertanto molto utili per valutazioni approssimate e immediate delle fasce di rispetto delle **linee aeree e in cavo interrato**.

Tali formule derivano dalla considerazione che l'induzione magnetica generata da un sistema di conduttori di lunghezza infinita e tra di loro paralleli può essere espresso dalla scomposizione in serie della legge di Biot-Savart e che, per punti relativamente lontani dai conduttori, quali quelli di interesse per la valutazione delle fasce di rispetto a 3 µT, lo sviluppo in serie può essere troncato al primo termine con un'approssimazione tanto più accettabile tanto più è elevata la distanza dai conduttori. Con questa approssimazione le curve isolivello dell'induzione magnetica sono le circonferenze aventi per centro il **centro geometrico dei conduttori**.

## 5.2 Distanza di prima approssimazione di parete

Per quanto riguarda le cabine elettriche, si adotta una metodologia semplificata (**§ 5 della norma CEI 106-11 parte 2**) che tiene conto della disposizione dei componenti all'interno di una cabina; quindi, si rende necessario ampliare il concetto della distanza di prima approssimazione (DPA), unica per tutte le pareti, ad un concetto di distanza di prima approssimazione di parete (DPAP).

I componenti presenti in cabina possono essere modellizzati mediante sorgenti di campo magnetico proporzionali all'intensità della corrente e inversamente proporzionali alla distanza dalla sorgente o dal quadrato o dal cubo della stessa.

$$B = \alpha * \frac{I}{r^\beta}$$

La sorgente può avere inoltre simmetria di tipo cilindrico o sferico.

Dalla formula dell'andamento dell'induzione è possibile determinare la fascia di rispetto associata al valore dell'obiettivo di qualità 3  $\mu$ T:

$$r_{3\mu T} = \sqrt{\frac{\beta}{3}} \sqrt{\alpha} \sqrt{I}$$

I coefficienti  $\alpha$  e  $\beta$  sono determinati in funzione dei parametri geometrici delle diverse sorgenti (trasformatore, collegamenti elettrici, quadri).

**Il campo elettrico** è legato in maniera direttamente proporzionale alla tensione della sorgente; esso si attenua, allontanandosi da un elettrodotto, come l'inverso della distanza dai conduttori. Dal momento che i valori efficaci delle tensioni di linea variano debolmente con le correnti che le attraversano, l'intensità del campo elettrico può considerarsi, in prima approssimazione, costante.

La presenza di alberi, oggetti conduttori o edifici in prossimità delle linee riduce l'intensità del campo elettrico, e in particolare all'interno degli edifici, si possono misurare intensità di campo fino a 10 (anche 100) volte inferiori a quelle rilevabili all'esterno.

Per il caso di elettrodotti interrati, **il campo elettrico** è ridotto dai rivestimenti dei cavi e soprattutto dall'interramento, tanto che già a brevissima distanza dal cavo il campo è sostanzialmente trascurabile (**§ 6.5.2.2 della norma CEI 11-17**). Si pensi infatti che date le caratteristiche dielettriche del terreno, il piano di terra costituisce un riferimento elettrico equipotenziale, a potenziale nullo. Per tale motivo, il campo elettrico non è generalmente di interesse per la valutazione di effetti biologici legati alla presenza di elettrodotti in bassa frequenza (50Hz), e le normative che fissano i limiti di esposizione a bassa frequenza sono incentrate sul campo magnetico.



## 6 CALCOLO CAMPI ELETTROMAGNETICI

Si riportano nel presente capitolo i risultati di calcolo sviluppato seguendo la metodologia su esposta per le opere elettriche di impianto influenti dal punto di vista elettromagnetico.

### 6.1 Aerogeneratori

L'impatto EM dell'aerogeneratore è essenzialmente prodotto dal trasformatore MT/BT, presente all'interno della navicella ad un'altezza di 119m, e dalle apparecchiature elettromeccaniche MT, poste alla base della torre.

Per i motivi suddetti, si omette di considerare la DPA del trasformatore, e si riportano quelli generati dalle celle MT.

Per il calcolo, in via cautelativa, si fa riferimento alle celle MT dell'aerogeneratore che compone la serie tra 3 turbine, interessate da una corrente complessiva pari a:

$$I [A] = \frac{7200 * 3}{30 * \sqrt{3}} \cong 415,69$$

	$\alpha$	$\beta$	I [A]	r(3 $\mu$ T) [m]	controllo	r <sub>inf</sub>	r <sub>sup</sub>
x	0,083	3	415,69	2,26	OK	1	15
y	0,127	3		2,61	OK	1	15
z	0,8	3		4,81	OK	2,5	15

max (r <sub>x</sub> , r <sub>y</sub> )	2,61
DRS x,y	3,00

Nel caso di quadro non isolato in aria, le dimensioni sono inferiori e pertanto l'approccio proposto è cautelativo.

Ne risulta quindi una DPA pari a 3 metri dal centro della cella in media tensione, pertanto contenuta in un intorno della base della torre eolica.

## 6.2 Linea elettrica in cavo interrato MT

Per i collegamenti elettrici in media tensione interrati si prevede l'utilizzo di cavi del tipo **ARE4H5E** o equivalenti, caratterizzati da conduttori a corda rotonda compatta di alluminio, semiconduttivi interni ed esterni in mescola estrusa, isolante in Polietilene reticolato e schermatura a nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Il tutto è ricoperto da una guaina di Polietilene di colore rosso, in conformità alla Norma CEI 20-13.



*Figura 4 Rappresentazione cavo ARE4H5E*

Le sezioni di cavo previste per le diverse tratte per il collegamento degli aerogeneratori fino alla cabina di raccolta e dalla stessa fino alla stazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV, sono riportate nella seguente tabella:

Tratte	Cavidotto	Posa	Cavo	Formazione	Corrente di impiego [A]	Portata [A]
WTG10-WTG09	MT interno	interrato	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 95 mm <sup>2</sup> )	138,6	250
WTG09-CR	MT interno	interrato	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	277,1	695
WTG07-WTG08	MT interno	interrato	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 95 mm <sup>2</sup> )	138,6	250
WTG08-CR	MT interno	interrato	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	277,1	695
WTG06-WTG01	MT interno	interrato	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 95 mm <sup>2</sup> )	138,6	250
WTG01-CR	MT interno	interrato	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	277,1	695
WTG04-WTG03	MT interno	interrato	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 95 mm <sup>2</sup> )	138,6	250
WTG03-CR	MT interno	interrato	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	277,1	695
WTG05-WTG02	MT interno	interrato	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 95 mm <sup>2</sup> )	138,6	250
WTG02-CR	MT interno	interrato	ARE4H5E 18/30 kV	3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	277,1	695
CR-SSEU	MT esterno	interrato	ARE4H5E 18/30 kV	5 x 3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	1385,6	5 x 466

*Tabella 3 Elenco tratte cavo interrato MT*

Per il calcolo della portata in regime permanente è stata considerata la condizione peggiorativa avente le seguenti caratteristiche:

- Profondità di posa 1,2 m;
- Posa direttamente interrata;
- Temperatura di posa 20 °C;
- Un solo circuito nello scavo;

CODICE	EO_AVT01_PD_RS_08_00
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	06/2024
PAGINA	18 di 36

- Resistività termica del terreno 1 K m/W.

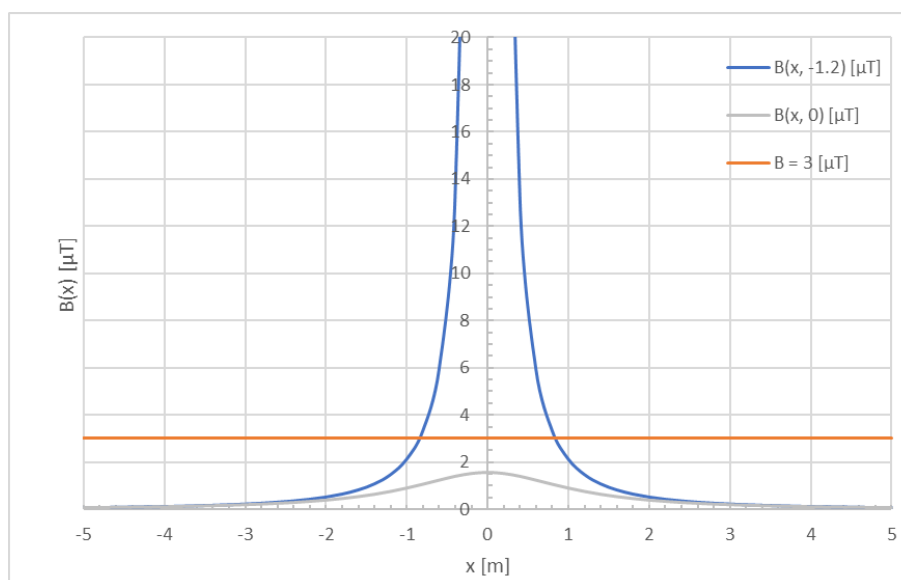
Solo per quanto riguarda il cavidotto esterno da CR a SSEU si è considerata una distanza fra i cavi di 70 mm e un coefficiente correttivo che consideri le 5 terne nello scavo.

I risultati seguenti sono ottenuti applicando il metodo descritto nel paragrafo 5.1 calcolando il valore dell'induzione magnetica su un asse orizzontale, ortogonale all'asse dei conduttori e posizionato ad altezza dei conduttori.

Le sezioni di posa individuano 6 possibili combinazioni:

- Una terna di conduttori disposti a trifoglio di sezione di 95 mm<sup>2</sup>
- Una terna di conduttori disposti a trifoglio di sezione di 630 mm<sup>2</sup>
- Due terne di conduttori disposti a trifoglio di sezione di 630 mm<sup>2</sup>
- Tre terne di conduttori disposti a trifoglio di sezione di 630 mm<sup>2</sup>
- Una terna di conduttori disposti a trifoglio di sezione di 95 mm<sup>2</sup> insieme a due terne di conduttori disposti a trifoglio di sezione di 630 mm<sup>2</sup>
- Cinque terne di conduttori disposti a trifoglio di sezione di 630 mm<sup>2</sup>

Le sezioni costruttive di posa del cavidotto sono riportate nell'elaborato di progetto "EO\_AVT01\_PD\_OC\_04\_00 – SEZIONI TIPOLOGICHE DI POSA CAVIDOTTI MT"



**Figura 5: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 95 mm<sup>2</sup>.**

x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo	x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo
	B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]		B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]
-5	0,09	0,08	0	2502,79	1,56
-4,8	0,09	0,09	0,2	52,84	1,51
-4,6	0,10	0,10	0,4	13,34	1,40
-4,4	0,11	0,10	0,6	5,94	1,24
-4,2	0,12	0,11	0,8	3,34	1,06
-4	0,13	0,12	1	2,14	0,90
-3,8	0,15	0,14	1,2	1,49	0,76
-3,6	0,17	0,15	1,4	1,09	0,64
-3,4	0,19	0,17	1,6	0,84	0,54
-3,2	0,21	0,18	1,8	0,66	0,46
-3	0,24	0,21	2	0,54	0,40
-2,8	0,27	0,23	2,2	0,44	0,34
-2,6	0,32	0,26	2,4	0,37	0,30
-2,4	0,37	0,30	2,6	0,32	0,26
-2,2	0,44	0,34	2,8	0,27	0,23
-2	0,54	0,40	3	0,24	0,21
-1,8	0,66	0,46	3,2	0,21	0,18
-1,6	0,84	0,54	3,4	0,19	0,17
-1,4	1,09	0,64	3,6	0,17	0,15
-1,2	1,49	0,76	3,8	0,15	0,14
-1	2,14	0,90	4	0,13	0,12
-0,8	3,34	1,06	4,2	0,12	0,11
-0,6	5,94	1,24	4,4	0,11	0,10
-0,4	13,34	1,40	4,6	0,10	0,10
-0,2	52,84	1,51	4,8	0,09	0,09
0	2502,79	1,56	5	0,09	0,08

**Tabella 4: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 95 mm<sup>2</sup>.**

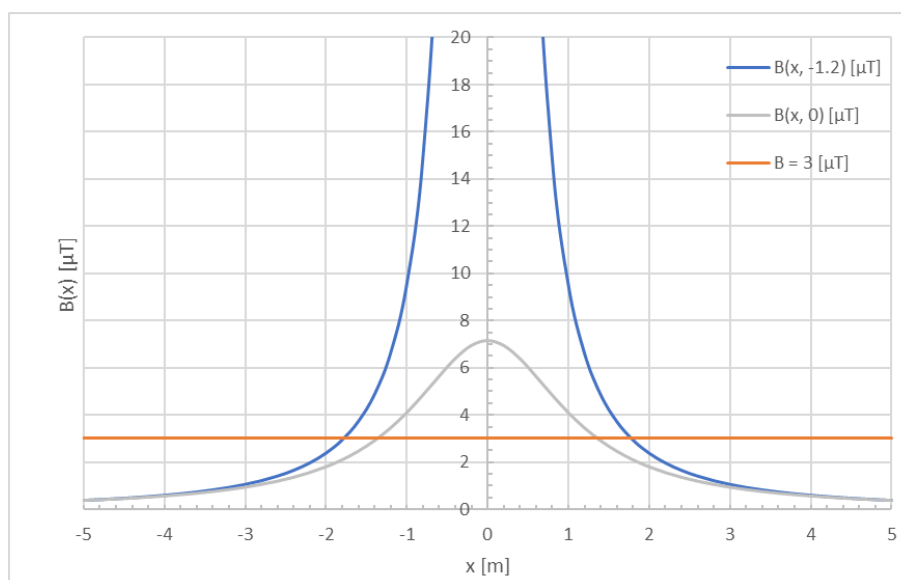


Figura 6: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 630 mm<sup>2</sup>.

x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo	x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo
	B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]		B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]
-5	0,38	0,36	0	4349,21	7,14
-4,8	0,41	0,39	0,2	230,56	6,93
-4,6	0,45	0,42	0,4	59,05	6,37
-4,4	0,49	0,46	0,6	26,37	5,62
-4,2	0,54	0,50	0,8	14,86	4,82
-4	0,60	0,55	1	9,52	4,08
-3,8	0,66	0,60	1,2	6,61	3,43
-3,6	0,74	0,67	1,4	4,86	2,89
-3,4	0,82	0,74	1,6	3,72	2,45
-3,2	0,93	0,82	1,8	2,94	2,08
-3	1,06	0,92	2	2,38	1,79
-2,8	1,22	1,04	2,2	1,97	1,54
-2,6	1,41	1,18	2,4	1,65	1,34
-2,4	1,65	1,34	2,6	1,41	1,18
-2,2	1,97	1,54	2,8	1,22	1,04
-2	2,38	1,79	3	1,06	0,92
-1,8	2,94	2,08	3,2	0,93	0,82
-1,6	3,72	2,45	3,4	0,82	0,74
-1,4	4,86	2,89	3,6	0,74	0,67
-1,2	6,61	3,43	3,8	0,66	0,60
-1	9,52	4,08	4	0,60	0,55
-0,8	14,86	4,82	4,2	0,54	0,50
-0,6	26,37	5,62	4,4	0,49	0,46
-0,4	59,05	6,37	4,6	0,45	0,42
-0,2	230,56	6,93	4,8	0,41	0,39
0	4349,21	7,14	5	0,38	0,36

Tabella 5: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 630 mm<sup>2</sup>.

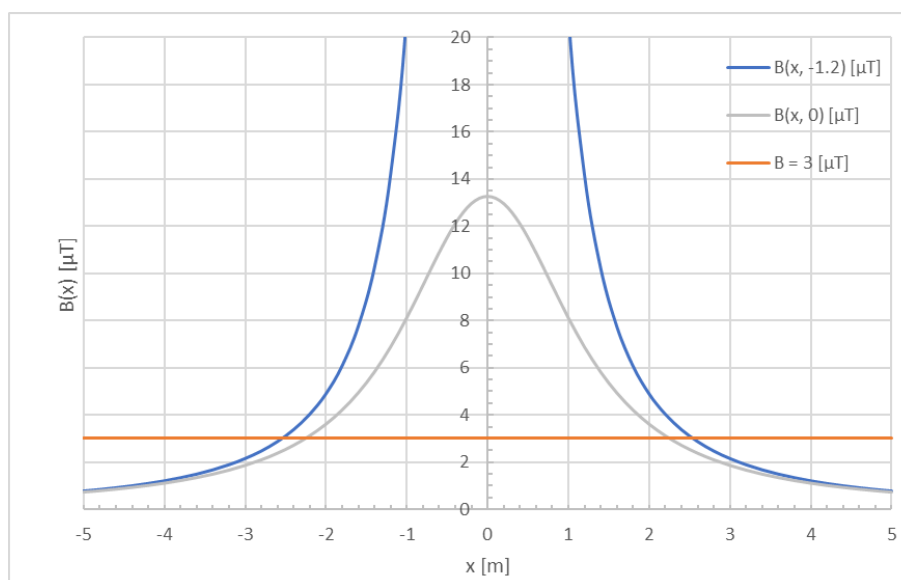
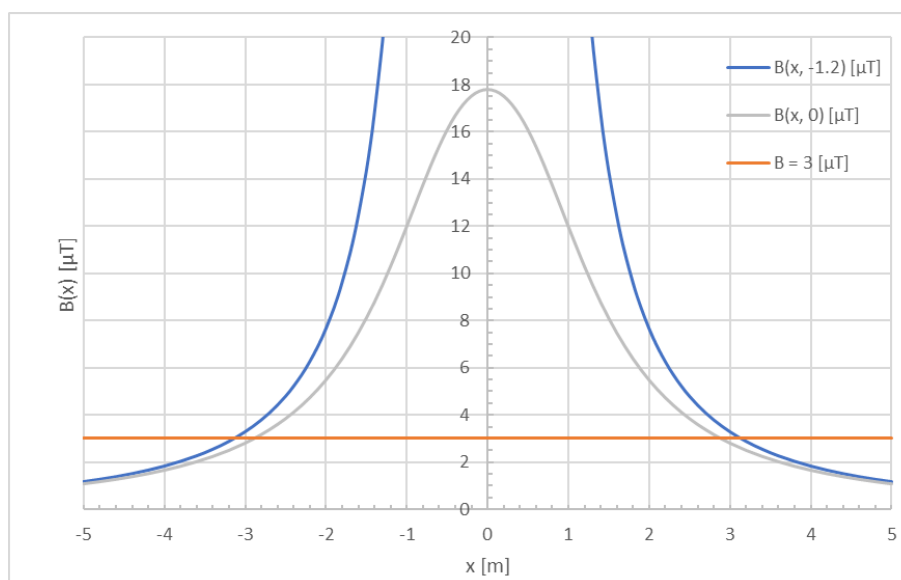


Figura 7: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Due terne da 630 mm<sup>2</sup>.

x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo	x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo
	B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]		B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]
-5	0,77	0,73	0	494,09	13,26
-4,8	0,83	0,78	0,2	4313,63	12,96
-4,6	0,90	0,85	0,4	220,56	12,11
-4,4	0,99	0,92	0,6	69,38	10,87
-4,2	1,09	1,01	0,8	34,66	9,48
-4	1,20	1,10	1	21,00	8,11
-3,8	1,33	1,21	1,2	14,16	6,88
-3,6	1,48	1,34	1,4	10,22	5,82
-3,4	1,66	1,49	1,6	7,73	4,93
-3,2	1,88	1,66	1,8	6,06	4,20
-3	2,14	1,86	2	4,88	3,61
-2,8	2,46	2,09	2,2	4,02	3,11
-2,6	2,86	2,37	2,4	3,37	2,71
-2,4	3,37	2,71	2,6	2,86	2,37
-2,2	4,02	3,11	2,8	2,46	2,09
-2	4,88	3,61	3	2,14	1,86
-1,8	6,06	4,20	3,2	1,88	1,66
-1,6	7,73	4,93	3,4	1,66	1,49
-1,4	10,22	5,82	3,6	1,48	1,34
-1,2	14,16	6,88	3,8	1,33	1,21
-1	21,00	8,11	4	1,20	1,10
-0,8	34,66	9,48	4,2	1,09	1,01
-0,6	69,38	10,87	4,4	0,99	0,92
-0,4	220,56	12,11	4,6	0,90	0,85
-0,2	4313,63	12,96	4,8	0,83	0,78
0	494,09	13,26	5	0,77	0,73

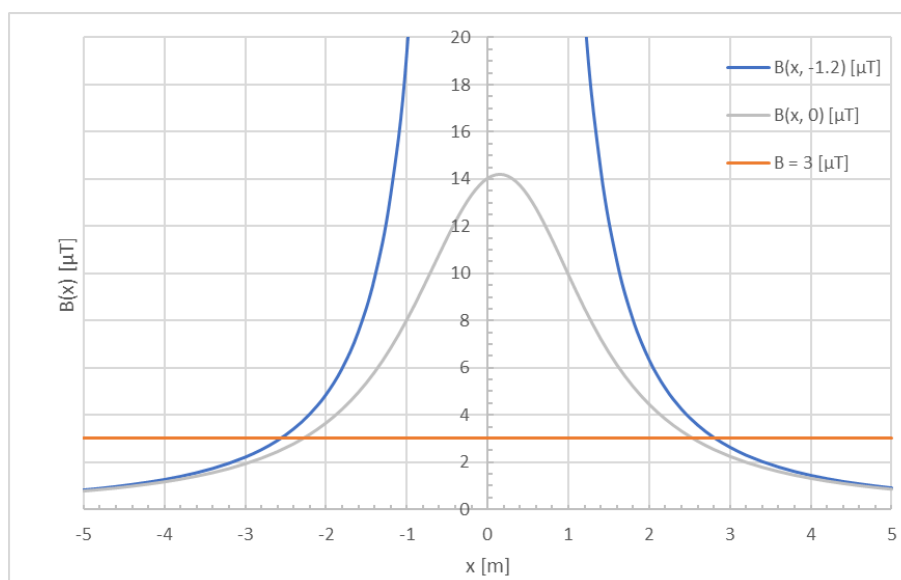
Tabella 6: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Due terne da 630 mm<sup>2</sup>.



**Figura 8: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Tre terne da 630 mm<sup>2</sup>.**

x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo	x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo
	B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]		B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]
-5	1,16	1,10	0	4234,97	17,81
-4,8	1,26	1,18	0,2	539,47	17,53
-4,6	1,37	1,28	0,4	3479,57	16,70
-4,4	1,50	1,40	0,6	200,02	15,39
-4,2	1,65	1,52	0,8	71,14	13,75
-4	1,82	1,67	1	37,97	12,00
-3,8	2,02	1,84	1,2	24,06	10,31
-3,6	2,25	2,03	1,4	16,76	8,79
-3,4	2,53	2,25	1,6	12,41	7,49
-3,2	2,86	2,51	1,8	9,58	6,40
-3	3,27	2,82	2	7,64	5,49
-2,8	3,77	3,18	2,2	6,24	4,74
-2,6	4,40	3,61	2,4	5,20	4,12
-2,4	5,20	4,12	2,6	4,40	3,61
-2,2	6,24	4,74	2,8	3,77	3,18
-2	7,64	5,49	3	3,27	2,82
-1,8	9,58	6,40	3,2	2,86	2,51
-1,6	12,41	7,49	3,4	2,53	2,25
-1,4	16,76	8,79	3,6	2,25	2,03
-1,2	24,06	10,31	3,8	2,02	1,84
-1	37,97	12,00	4	1,82	1,67
-0,8	71,14	13,75	4,2	1,65	1,52
-0,6	200,02	15,39	4,4	1,50	1,40
-0,4	3479,57	16,70	4,6	1,37	1,28
-0,2	539,47	17,53	4,8	1,26	1,18
0	4234,97	17,81	5	1,16	1,10

**Tabella 7: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Tre terne da 630 mm<sup>2</sup>.**

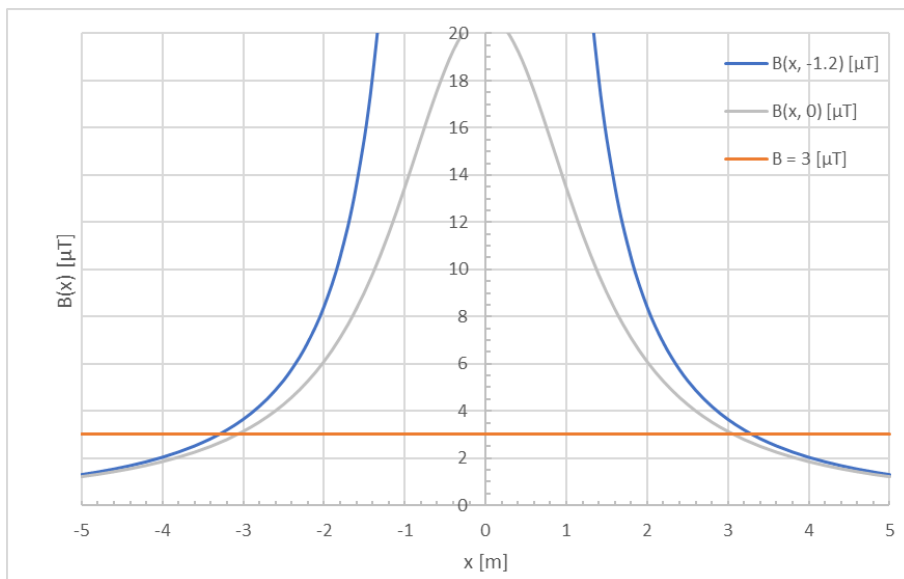


**Figura 9: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 95 mm<sup>2</sup> e due terne da 630 mm<sup>2</sup>.**

x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo	x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo
	B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]		B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]
-5	0,81	0,77	0	4275,35	14,04
-4,8	0,88	0,83	0,2	518,63	14,20
-4,6	0,95	0,90	0,4	3481,47	13,75
-4,4	1,04	0,98	0,6	192,49	12,77
-4,2	1,14	1,06	0,8	65,82	11,43
-4	1,25	1,16	1	34,07	9,96
-3,8	1,39	1,27	1,2	21,08	8,52
-3,6	1,54	1,40	1,4	14,42	7,23
-3,4	1,72	1,55	1,6	10,51	6,13
-3,2	1,94	1,72	1,8	8,02	5,21
-3	2,20	1,92	2	6,33	4,45
-2,8	2,52	2,16	2,2	5,13	3,83
-2,6	2,91	2,44	2,4	4,24	3,31
-2,4	3,40	2,77	2,6	3,56	2,89
-2,2	4,03	3,17	2,8	3,04	2,54
-2	4,85	3,66	3	2,62	2,24
-1,8	5,96	4,24	3,2	2,29	1,99
-1,6	7,50	4,95	3,4	2,01	1,78
-1,4	9,76	5,80	3,6	1,78	1,60
-1,2	13,28	6,83	3,8	1,59	1,44
-1	19,28	8,03	4	1,43	1,31
-0,8	31,18	9,38	4,2	1,29	1,19
-0,6	63,74	10,81	4,4	1,17	1,09
-0,4	379,24	12,18	4,6	1,07	1,00
-0,2	368,21	13,33	4,8	0,98	0,92
0	4275,35	14,04	5	0,90	0,85

**Tabella 8: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna da 95 mm<sup>2</sup> e due terne da 630 mm<sup>2</sup>.**





**Figura 10:** Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Cinque terne da 630 mm<sup>2</sup>.

x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo	x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo
	B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]		B(x, -1.2) [μT]	B(x, 0) [μT]
-5	1,29	1,22	0	2559,66	20,79
-4,8	1,40	1,32	0,2	2627,32	20,40
-4,6	1,52	1,43	0,4	2423,49	19,27
-4,4	1,67	1,56	0,6	182,06	17,57
-4,2	1,83	1,70	0,8	71,19	15,55
-4	2,02	1,86	1	39,61	13,46
-3,8	2,24	2,05	1,2	25,65	11,51
-3,6	2,50	2,26	1,4	18,10	9,79
-3,4	2,81	2,51	1,6	13,51	8,32
-3,2	3,18	2,80	1,8	10,49	7,10
-3	3,63	3,13	2	8,39	6,09
-2,8	4,18	3,53	2,2	6,88	5,26
-2,6	4,86	4,01	2,4	5,74	4,58
-2,4	5,74	4,58	2,6	4,86	4,01
-2,2	6,88	5,26	2,8	4,18	3,53
-2	8,39	6,09	3	3,63	3,13
-1,8	10,49	7,10	3,2	3,18	2,80
-1,6	13,51	8,32	3,4	2,81	2,51
-1,4	18,10	9,79	3,6	2,50	2,26
-1,2	25,65	11,51	3,8	2,24	2,05
-1	39,61	13,46	4	2,02	1,86
-0,8	71,19	15,55	4,2	1,83	1,70
-0,6	182,06	17,57	4,4	1,67	1,56
-0,4	2423,49	19,27	4,6	1,52	1,43
-0,2	2627,32	20,40	4,8	1,40	1,32
0	2559,66	20,79	5	1,29	1,22

**Tabella 9:** Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Cinque terne da 630 mm<sup>2</sup>.

Si riportano nella seguente tabella le distanze di prima approssimazione DPA dei tratti di linea in cavo interrato risultato dalle simulazioni effettuate.

Simulazione	Terne	Formazione	Tensione	DPA [m]
1	1	3 x (1 x 95 mm <sup>2</sup> )	30 kV	1
2	1	3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	30 kV	1,8
3	2	2 x 3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	30 kV	2,6
4	3	3 x 3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	30 kV	3,2
5	3	3 x (1 x 95 mm <sup>2</sup> ) 2 x 3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	30 kV	3
6	5	5 x 3 x (1 x 630 mm <sup>2</sup> )	30 kV	3,4

**Tabella 10: Distanza di prima approssimazione per cavidotti di collegamento del parco eolico**

I cavi MT di progetto per le linee elettriche interrate saranno del tipo unipolare con disposizione a trifoglio; detto ciò, se si utilizzassero per le linee MT dei cavi elicordati (disponibili fino alla sezione di 300mm<sup>2</sup>), si potrebbe ottenere un impatto elettromagnetico sensibilmente inferiore.

In particolare, nel paragrafo 7.1 della norma CEI 106-11 per le linee MT in cavo cordato ad elica visibile, si descrive che per la ridotta distanza fra le fasi e la loro trasposizione, dovuta alla cordatura, l'obiettivo di qualità di 3 µT viene raggiunto già a breve distanza dall'asse del cavo stesso (50-80 cm).

Pertanto, come descritto nel paragrafo 7.1.1 della norma CEI 106-11, per questa tipologia di impianti realizzati con cavi cordati non è necessario stabilire una fascia di rispetto in quanto l'obiettivo qualità è rispettato ovunque.

Si fa notare in proposito che anche il DM 29 maggio 2008, sulla determinazione della distanza di prima approssimazione, ha esentato dalla procedura di calcolo le linee MT in cavo interrato e/o aereo con cavi cordati.

### 6.3 Cabina di raccolta

All'interno della cabina di raccolta, ai fini dell'emissione elettromagnetica, si configurano due punti di emissione:

- Quadri a 30 kV;
- Trasformatore 30/0.4 kV per servizi ausiliari.

Nei paragrafi successivi vengono descritte le caratteristiche elettriche delle sorgenti, interne alla cabina, ed il calcolo delle relative DPA.

#### 6.3.1 Quadri MT

Per il quadro MT si considera una potenza in transito pari a 72000 kVA. La corrente in regime permanente sarà:

$$I [A] = \frac{72000}{30 * \sqrt{3}} \cong 1385,64$$

Utilizzando le formule al paragrafo 6.1 della CEI 106-11/2 si ottiene:

	$\alpha$	$\beta$	I [A]	r(3 $\mu$ T) [m]	controllo	r <sub>inf</sub>	r <sub>sup</sub>
x	0,083	3	1385,64	3,38	OK	1	15
y	0,127	3		3,89	OK	1	15
z	0,8	3		7,18	OK	2,5	15

max(r <sub>x</sub> , r <sub>y</sub> )	3,89
DRS x,y	4,00

**Tabella 11 DPA del quadro MT della cabina di raccolta**

Nel caso di quadro non isolato in aria, le dimensioni sono inferiori e pertanto l'approccio proposto è cautelativo. Da cui risulta una DPA di 4 metri dal centro di ciascuna cella in media tensione.

#### 6.3.2 Trasformatore MT/BT per servizi ausiliari

All'interno della cabina di raccolta verrà utilizzato un trasformatore in resina di potenza nominale **50 kVA**, con tensione primaria pari a 30 kV e tensione secondaria pari a 400 V. In via conservativa per effettuare il calcolo saranno utilizzati i valori di riferimento di un trasformatore di taglia 100 kVA, minimo disponibile da norma.

	$\alpha$	$\beta$	h [m]	P [kVA]	I [A]	r(3 $\mu$ T) [m]	controllo	r <sub>inf</sub>	r <sub>sup</sub>
x	0,25	4,2	0,5	100	144,3	2,12	OK	1,2	4,2
y	0,05	3,5				1,55	OK	0,8	3,8
z	1,5	5,3				2,54	OK	1,7	4,7

max(r <sub>x</sub> , r <sub>y</sub> )	2,12
DRS x,y	2,50

**Tabella 12 DPA del trasformatore SA della cabina di raccolta**

Dal calcolo risulta una DPA pari a 2,5 metri dal centro dell'apparecchiatura elettromeccanica.

Per la cabina di raccolta, tenuto conto dei singoli contributi, risulta una DPA di 4 m.

#### 6.4 Linea elettrica esterna in cavo interrato MT

La linea esterna di collegamento tra la cabina di raccolta e stazione elettrica utente di trasformazione è formata da 5 terne di cavi disposti a trifoglio di sezione pari a 630 mm<sup>2</sup> come verificato nel dimensionamento elettrico riportato nella relazione "EO\_AVT01\_PD\_OE\_07\_00 – RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI".

Come si può constatare dalla Tabella 10: Distanza di prima approssimazione per cavidotti di collegamento del parco eolico ha restituito DPA di 3,4 m.

## 6.5 Stazione elettrica utente di trasformazione 30/150 kV

All'interno della stazione elettrica di trasformazione si configurano più punti di emissione, dati dalla presenza delle apparecchiature MT e AT

Per maggiori dettagli sulle configurazioni elettromeccaniche e geometriche delle diverse aree elettriche si rimanda agli elaborati "EO\_AVT01\_PD\_OE\_02\_00 - PLANIMETRIA ELETTROMECCANICA E PROFILO ELETTROMECCANICO DELLA STAZIONE ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE 30/150 kV UTENTE".

L'impatto elettromagnetico nella stazione elettrica di trasformazione è sostanzialmente prodotto da:

- quadri a 30 kV e trasformatore MT/BT, all'interno dell'edificio utente;
- trasformatore elevatore 150/30 kV;
- conduttori aerei a 150 kV di collegamento tra le apparecchiature elettriche e tra le sbarre.
- Linea AT in cavo

### 6.5.1 Quadri MT e trasformatore MT/BT

Per il calcolo della corrente massima del quadro MT è possibile considerare la potenza in transito al quadro MT di 72000kW, si avrà quindi:

$$I [A] = \frac{72000}{30 * \sqrt{3}} \cong 1385,64$$

La DRS è calcolabile utilizzando le formule la § 5 della norma CEI 106-11 parte 2:

	$\alpha$	$\beta$	I [A]	r(3 $\mu$ T) [m]	controllo	r <sub>inf</sub>	r <sub>sup</sub>
x	0,083	3	1385,64	3,38	OK	1	15
y	0,127	3		3,89	OK	1	15
z	0,8	3		7,18	OK	2,5	15

max(r <sub>x</sub> , r <sub>y</sub> )	3,89
DRS x,y	4,00

**Tabella 13 DPA del quadro MT dell'edificio utente**

Nel caso di quadro non isolato in aria, le dimensioni sono inferiori e pertanto l'approccio proposto è cautelativo.

All'interno dell'edificio utente verrà utilizzato un trasformatore per i servizi ausiliari in resina di potenza nominale pari a 100 kVA, tensione primaria pari a 30 kV e tensione secondaria pari a 400 V. Utilizzando le formule al paragrafo 6.3 della norma CEI 106-11 parte 2 si avrà:

	$\alpha$	$\beta$	h [m]	P [kVA]	I [A]	r(3 $\mu$ T) [m]	controllo	r <sub>inf</sub>	r <sub>sup</sub>
x	0,25	4,2	0,5	100	144,3	2,12	OK	1,2	4,2
y	0,05	3,5				1,55	OK	0,8	3,8
z	1,5	5,3				2,54	OK	1,7	4,7

max(r <sub>x</sub> , r <sub>y</sub> )	2,12
DRS x,y	2,50

**Tabella 14 DPA del trasformatore SA della cabina di raccolta**

Dal calcolo risulta una DPA pari a 2,5 metri dal centro dell'apparecchiatura elettromeccanica.

Per l'edificio utente, tenuto conto dei singoli contributi, risulta una DPA di 4 m. La DPA risultante sarà contenuta all'interno dei confini di stazione.

### 6.5.2 Trasformatore AT/MT

Il trasformatore 150/30 kV previsto per l'impianto eolico in progetto ha un valore di potenza pari a 80 MVA.

Dalla formula in Appendice alla CEI 106-11/2

$$B(r) = B_0 \frac{u_{cc}\%}{6} \sqrt{\frac{S}{630}} \left(\frac{3}{r}\right)^{2,8}$$

Si può calcolare la distanza  $r$  invertendo la formula e imponendo  $B$  pari all'obiettivo di qualità. Il valore  $B_0$  è pari a 3 per i trasformatori in olio e 2 per i trasformatori a secco.

B <sub>0</sub> [uT]	B <sub>3</sub> [uT]	S [MVA]	u <sub>cc</sub> [%]	r [m]	DPA
3	3	80	8	7,896	8

**Tabella 15 DPA del trasformatore AT/MT di progetto**

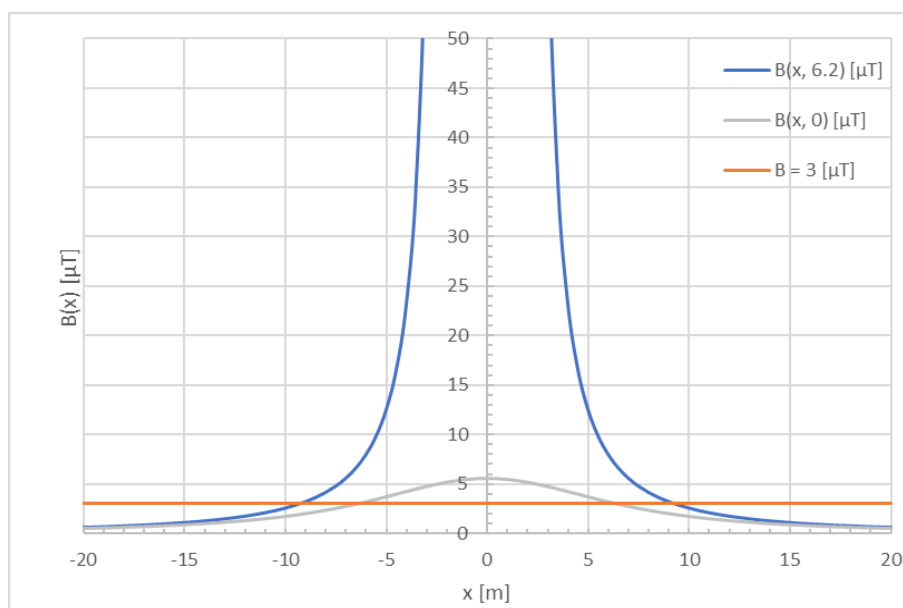
Dal calcolo risulta pertanto una DPA di 8 metri dal centro dell'apparecchiatura elettromeccanica

### 6.5.3 Conduttori AT a 150 kV

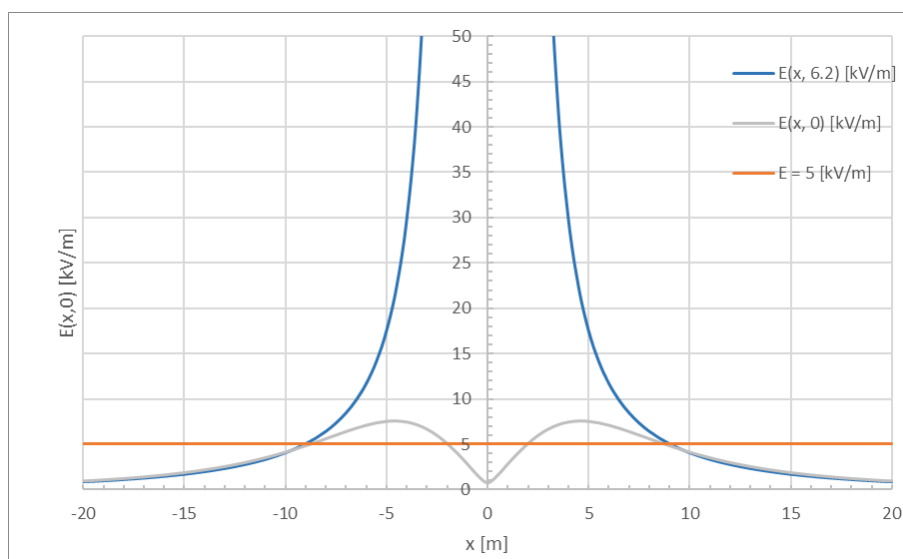
I conduttori AT a 150 kV sono tutti i collegamenti tra le apparecchiature elettriche e tra queste e le sbarre AT di uno stallo di trasformazione ovvero di uno stallo di partenza linea AT (in cavo o in aereo).

La potenza di transito ai conduttori è al massimo pari alla potenza del trasformatore, quindi pari a 80 MVA, da questo valore si può calcolare una corrente circolante pari a 308 A circa.

Considerando i conduttori posti in piano ad una distanza reciproca di 2,20 metri (distanza tra le fasi) ed altezza 6,2 metri, attraverso il metodo normalizzato è stato calcolato l'andamento del campo magnetico e del campo elettrico ad altezza conduttori e ad altezza suolo. Si ottiene:



**Figura 11: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori.**



**Figura 12: Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori.**

x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo	x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo
	B(x, 6.2) [ $\mu$ T]	B(x, 0) [ $\mu$ T]		B(x, 6.2) [ $\mu$ T]	B(x, 0) [ $\mu$ T]
-20	0,61	0,55	0	2200,17	5,60
-19,5	0,64	0,58	0,5	138,57	5,58
-19	0,68	0,61	1	96,60	5,50
-18,5	0,72	0,64	1,5	112,18	5,38
-18	0,76	0,67	2	262,06	5,22
-17,5	0,80	0,71	2,5	232,35	5,02
-17	0,85	0,75	3	67,06	4,79
-16,5	0,90	0,79	3,5	35,86	4,54
-16	0,96	0,83	4	23,20	4,28
-15,5	1,03	0,88	4,5	16,53	4,01
-15	1,10	0,93	5	12,49	3,75
-14,5	1,18	0,98	5,5	9,83	3,49
-14	1,27	1,04	6	7,97	3,24
-13,5	1,36	1,11	6,5	6,61	3,00
-13	1,48	1,18	7	5,58	2,78
-12,5	1,60	1,26	7,5	4,78	2,58
-12	1,74	1,34	8	4,14	2,39
-11,5	1,90	1,44	8,5	3,63	2,21
-11	2,09	1,54	9	3,20	2,05
-10,5	2,31	1,65	9,5	2,85	1,91
-10	2,56	1,77	10	2,56	1,77
-9,5	2,85	1,91	10,5	2,31	1,65
-9	3,20	2,05	11	2,09	1,54
-8,5	3,63	2,21	11,5	1,90	1,44
-8	4,14	2,39	12	1,74	1,34
-7,5	4,78	2,58	12,5	1,60	1,26
-7	5,58	2,78	13	1,48	1,18
-6,5	6,61	3,00	13,5	1,36	1,11
-6	7,97	3,24	14	1,27	1,04
-5,5	9,83	3,49	14,5	1,18	0,98
-5	12,49	3,75	15	1,10	0,93
-4,5	16,53	4,01	15,5	1,03	0,88
-4	23,20	4,28	16	0,96	0,83
-3,5	35,86	4,54	16,5	0,90	0,79
-3	67,06	4,79	17	0,85	0,75
-2,5	232,35	5,02	17,5	0,80	0,71
-2	262,06	5,22	18	0,76	0,67
-1,5	112,18	5,38	18,5	0,72	0,64
-1	96,60	5,50	19	0,68	0,61
-0,5	138,57	5,58	19,5	0,64	0,58
0	2200,17	5,60	20	0,61	0,55

**Tabella 16: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Conduttori AT.**



x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo	x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo
	E(x, 6.2) [kV/m]	E(x, 0) [kV/m]		E(x, 6.2) [kV/m]	E(x, 0) [kV/m]
-20	0,85	0,93	0	107,92	0,74
-19,5	0,91	0,99	0,5	99,80	1,58
-19	0,97	1,06	1	91,39	2,83
-18,5	1,03	1,13	1,5	92,94	4,04
-18	1,10	1,21	2	98,54	5,11
-17,5	1,18	1,30	2,5	87,42	6,01
-17	1,26	1,39	3	61,53	6,71
-16,5	1,35	1,50	3,5	41,81	7,21
-16	1,45	1,61	4	29,81	7,51
-15,5	1,56	1,73	4,5	22,38	7,62
-15	1,68	1,87	5	17,51	7,58
-14,5	1,82	2,01	5,5	14,15	7,42
-14	1,97	2,18	6	11,71	7,15
-13,5	2,13	2,35	6,5	9,88	6,82
-13	2,32	2,55	7	8,46	6,45
-12,5	2,53	2,76	7,5	7,33	6,05
-12	2,76	2,99	8	6,42	5,65
-11,5	3,02	3,25	8,5	5,67	5,25
-11	3,32	3,53	9	5,04	4,86
-10,5	3,66	3,83	9,5	4,51	4,50
-10	4,05	4,15	10	4,05	4,15
-9,5	4,51	4,50	10,5	3,66	3,83
-9	5,04	4,86	11	3,32	3,53
-8,5	5,67	5,25	11,5	3,02	3,25
-8	6,42	5,65	12	2,76	2,99
-7,5	7,33	6,05	12,5	2,53	2,76
-7	8,46	6,45	13	2,32	2,55
-6,5	9,88	6,82	13,5	2,13	2,35
-6	11,71	7,15	14	1,97	2,18
-5,5	14,15	7,42	14,5	1,82	2,01
-5	17,51	7,58	15	1,68	1,87
-4,5	22,38	7,62	15,5	1,56	1,73
-4	29,81	7,51	16	1,45	1,61
-3,5	41,81	7,21	16,5	1,35	1,50
-3	61,53	6,71	17	1,26	1,39
-2,5	87,42	6,01	17,5	1,18	1,30
-2	98,54	5,11	18	1,10	1,21
-1,5	92,94	4,04	18,5	1,03	1,13
-1	91,39	2,83	19	0,97	1,06
-0,5	99,80	1,58	19,5	0,91	0,99
0	107,92	0,74	20	0,85	0,93

**Tabella 17: Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Conduttori AT.**

CODICE	EO_AVT01_PD_RS_08_00
REVISIONE n.	00
DATA REVISIONE	06/2024
PAGINA	33 di 36

Da cui si determina una DPA di 9,5 metri dall'asse principale della terna di conduttori; questa verrà estesa all'intero sistema a tensione 150 kV, ovvero stalli di trasformazione, stalli di partenza linea.

I valori di campo magnetico e campo elettrico risultano rispettare i valori imposti dalla norma in quanto le aree con valori superiori ricadono all'interno del locale MT ed all'interno della stazione elettrica il cui accesso è consentito al solo personale autorizzato.

## 6.6 Linee elettriche in cavo interrato AT a 150 kV

Per la realizzazione del collegamento in alta tensione tra le citate stazioni elettriche verranno utilizzati cavi interrati in alta tensione. Sono stati considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettrici e magnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in AT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno.

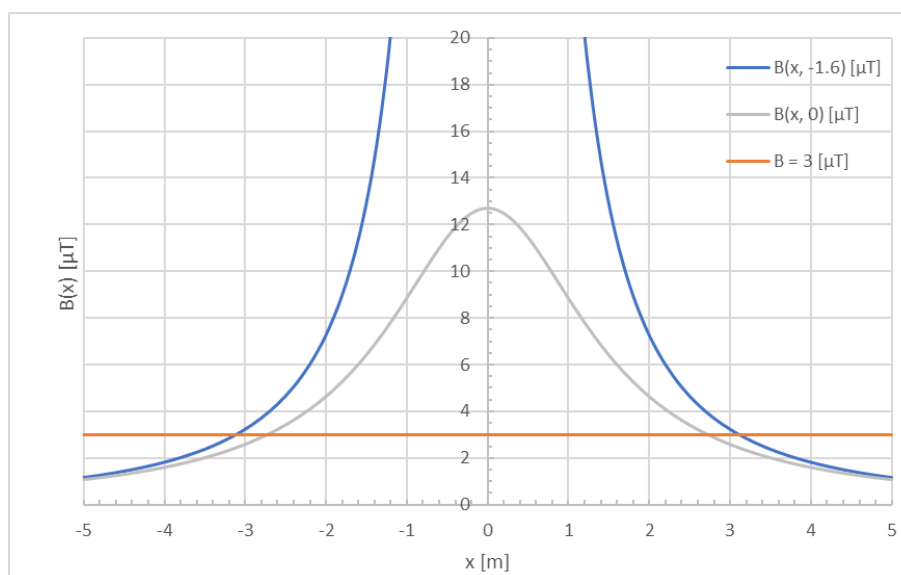
La linea elettrica interrata AT che collegherà la stazione elettrica di trasformazione utente alla stazione di trasformazione RTN, sarà realizzata per mezzo di una terna composta da tre cavi unipolari realizzati con conduttore in alluminio acciaio, isolante in XPLE, schermatura in alluminio e guaina esterna in polietilene.

Sezione conduttore [mm <sup>2</sup> ]	Diametro conduttore [mm]	Diametro cavo [mm]	Tipologia	Portata [A]
3x1x1600	45,2	108	Unipolare	1110

*Tabella 18 Caratteristiche dei cavi AT di impiego prevalente*

La scelta di operare con linee in AT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno e del cavo stesso.

Nel caso in questione, lo studio del campo magnetico è stato effettuato, alla tensione nominale di esercizio di 150 kV, sul tratto di cavidotto costituito da una terna di conduttori di sezione 1600 mm<sup>2</sup>, percorsa da una corrente massima pari a 1110 Ampere, interrati ad una profondità di 1,60 m.



*Figura 13: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna AT da 1600 mm<sup>2</sup>.*

x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo	x [m]	Altezza conduttori	Altezza suolo
	B(x, -1.6) [ $\mu$ T]	B(x, 0) [ $\mu$ T]		B(x, -1.6) [ $\mu$ T]	B(x, 0) [ $\mu$ T]
-5	1,16	1,07	0	3570,22	12,69
-4,9	1,21	1,11	0,1	2050,82	12,64
-4,8	1,26	1,15	0,2	655,07	12,48
-4,7	1,32	1,19	0,3	306,94	12,21
-4,6	1,37	1,24	0,4	176,36	11,86
-4,5	1,44	1,29	0,5	114,07	11,44
-4,4	1,50	1,34	0,6	79,69	10,97
-4,3	1,57	1,40	0,7	58,76	10,46
-4,2	1,65	1,46	0,8	45,10	9,92
-4,1	1,73	1,52	0,9	35,69	9,38
-4	1,82	1,59	1	28,95	8,84
-3,9	1,91	1,66	1,1	23,95	8,31
-3,8	2,01	1,74	1,2	20,13	7,80
-3,7	2,12	1,82	1,3	17,17	7,31
-3,6	2,24	1,91	1,4	14,81	6,84
-3,5	2,37	2,00	1,5	12,90	6,41
-3,4	2,52	2,10	1,6	11,34	6,00
-3,3	2,67	2,21	1,7	10,05	5,61
-3,2	2,84	2,32	1,8	8,97	5,26
-3,1	3,03	2,44	1,9	8,05	4,93
-3	3,23	2,58	2	7,27	4,62
-2,9	3,46	2,72	2,1	6,59	4,34
-2,8	3,71	2,87	2,2	6,01	4,08
-2,7	3,99	3,04	2,3	5,50	3,84
-2,6	4,30	3,21	2,4	5,05	3,61
-2,5	4,65	3,41	2,5	4,65	3,41
-2,4	5,05	3,61	2,6	4,30	3,21
-2,3	5,50	3,84	2,7	3,99	3,04
-2,2	6,01	4,08	2,8	3,71	2,87
-2,1	6,59	4,34	2,9	3,46	2,72
-2	7,27	4,62	3	3,23	2,58
-1,9	8,05	4,93	3,1	3,03	2,44
-1,8	8,97	5,26	3,2	2,84	2,32
-1,7	10,05	5,61	3,3	2,67	2,21
-1,6	11,34	6,00	3,4	2,52	2,10
-1,5	12,90	6,41	3,5	2,37	2,00
-1,4	14,81	6,84	3,6	2,24	1,91
-1,3	17,17	7,31	3,7	2,12	1,82
-1,2	20,13	7,80	3,8	2,01	1,74
-1,1	23,95	8,31	3,9	1,91	1,66
-1	28,95	8,84	4	1,82	1,59
-0,9	35,69	9,38	4,1	1,73	1,52
-0,8	45,10	9,92	4,2	1,65	1,46
-0,7	58,76	10,46	4,3	1,57	1,40
-0,6	79,69	10,97	4,4	1,50	1,34
-0,5	114,07	11,44	4,5	1,44	1,29
-0,4	176,36	11,86	4,6	1,37	1,24
-0,3	306,94	12,21	4,7	1,32	1,19
-0,2	655,07	12,48	4,8	1,26	1,15
-0,1	2050,82	12,64	4,9	1,21	1,11
0	3570,22	12,69	5	1,16	1,07

Figura 14: Andamento dell'induzione magnetica in funzione della distanza dall'asse dei conduttori. Una terna AT da 1600 mm<sup>2</sup>.

Dal calcolo risulta una DPA pari a 3,2 metri.

Tale risultato è in accordo con le indicazioni fornite dalle Linee Guida per l'applicazione del paragrafo 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08.

## 7 CONCLUSIONI

---

Dai risultati ottenuti è possibile verificare che tutte le aree caratterizzate da un'induzione magnetica e da un campo elettrico di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità sono:

- Interne all'impianto eolico o ricadono in aree utilizzate dall'impianto medesimo. All'interno di tali "aree remote" non si riscontra la presenza di "luoghi tutelati", ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.
- Nelle aree recintate delle stazioni AT e nelle immediate vicinanze, comunque ricadenti nelle particelle di proprietà, ove comunque non sono presenti "luoghi tutelati".
- Non intercettando recettori sensibili lungo il percorso seguito dagli elettrodotti MT ed AT.

Si può pertanto affermare che, la realizzazione delle opere elettriche previste dal presente progetto sono conformi a quanto stabilito dalla normativa vigente e non costituiscono incremento dei fattori di rischio per la salute pubblica.