

D.D. 552 16/6/2014  
3/2/2014

## REGIONE BASILICATA

Comuni di Banzi, Palazzo San Gervasio e Genzano di Lucania (PZ)



# Parco Eolico Piano delle Tavole

## VARIANTE OPERE RTN (AU D.D. 528/2013)

PROGETTAZIONE



**TEN PROJECT S.r.l.**

Via A. De Gasperi 61  
82018 San Giorgio Del Sannio (BN)  
p.i. 01465940623  
info@tenproject.it

<b>PROGETTO DEFINITIVO</b>		DATA : Dicembre 2013
ALLEGATO	STAZIONE ELETTRICA DI SMISTAMENTO 150 kV E DI UTENZA 30/150 kV	AGGIORN. :
RTN.a.17	Relazione elettromagnetica	SCALA : -
<b>VRG WIND 127 Srl</b>  Referenti: Ing. Fedele Manolo FIORINO Geom. Michele BENEDETTO		Progettisti: Ing. Vittorio IACONO Arch. Nadia TIRELLI  
Questo elaborato è di proprietà di Veronagest SpA ed è protetto a termini di legge		

00	DIC 2013	MO		PSE	DN		Integrazione Benestare TERNA
REV.	DATA	sigla	firma	settore	sigla	firma	DESCRIZIONE
			REDAZIONE		CONTROLLO-EMISSIONE		

## INDICE

<b>1. Premessa</b> .....	<b>2</b>
<b>2. Norme e documentazione di riferimento</b> .....	<b>2</b>
<b>3. Inquadramento normativo</b> .....	<b>3</b>
<b>4. Descrizione dell'impianto</b> .....	<b>4</b>
4.1 Generalità .....	4
4.2 Stazione elettrica di utenza 30/150 kV .....	5
4.3 Quadro MT di stazione elettrica .....	5
4.4 Cavidotto in Alta Tensione .....	5
4.5 Stazione elettrica di smistamento 150 kV .....	5
<b>5. Metodologia di calcolo campo magnetico</b> .....	<b>6</b>
5.1 Definizioni .....	6
5.2 Cenni teorici sul modello utilizzato .....	6
5.3 Metodo di calcolo .....	7
<b>6. Metodologia di calcolo campo elettrico</b> .....	<b>7</b>
6.1 Cenni teorici .....	7
<b>7. Stazione elettrica AT/MT e cabina MT di stazione</b> .....	<b>8</b>
<b>8. Linea in cavo interrato in AT</b> .....	<b>13</b>
8.1 Determinazione della distanza di prima approssimazione (Dpa) .....	15
<b>9. Stazione elettrica di smistamento 150 kV</b> .....	<b>13</b>
<b>10. Conclusioni</b> .....	<b>19</b>

 <b>TENPROJECT</b>	<b>RELAZIONE ELETTROMAGNETICA</b>	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	18/12/2013 19/12/2013 1 2 di 19
---	-----------------------------------	---	--

## 1. Premessa

Oggetto del presente studio è la Variante delle sole opere di connessione alla RTN relative al parco eolico Piano delle Tavole di potenza complessiva pari a 36,0 MW autorizzato, ai sensi del Dlgs 387/2003, alla società VRG Wind 127 Srl con decreto dirigenziale n.528/2013. Il progetto autorizzato è ubicato nei comuni di Banzi, Palazzo San Gervasio e Genzano di Lucania (PZ), mentre la Variante proposta è ubicata anche nei comuni di Acerenza ed Oppido Lucano in cui è prevista la realizzazione della linea aerea a 150 kV e delle sottostazioni di trasformazione/smistamento (opere in variante).

Nello specifico gli interventi proposti nella Variante progettuale consistono nella realizzazione di:

- una stazione elettrica di trasformazione 30/150 kV, detta stazione di utenza, atta alla trasformazione ed alla consegna dell'energia prodotta dal Parco Eolico, nonché connessione in antenna con le opere di rete;
- un breve collegamento in alta tensione a 150 kV, di circa 100 m, in cavo sotterraneo da realizzarsi per la connessione in antenna con la stazione elettrica di smistamento a 150 kV;
- una stazione elettrica di smistamento a 150 kV, che costituisce opera RTN, da inserire in entra-esce sulla rete di trasmissione nazionale (da realizzarsi nel comune di Banzi), con relativi raccordi aerei di lunghezza pari a circa 100 m ciascuno, per il collegamento sulla linea elettrica aerea esistente RTN a 150 kV "Maschito Forenza-Genzano";
- un elettrodotto aereo alla tensione di 150 kV, che costituisce opera RTN, della lunghezza di circa 16 km di collegamento tra la stazione di Banzi e la stazione da realizzarsi nel comune di Oppido Lucano in località Serra Viticosa (non oggetto della seguente relazione).

La relazione è stata redatta al fine di determinare i valori di campo elettrico e campo magnetico attesi (calcolo previsionale) e la valutazione degli effetti ambientali conseguenti ai sensi della legge 36/01 e DPCM 08/07/2003.

## 2. Norme e documentazione di riferimento

- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici".
- DPCM 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, 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".
- "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti" APAT.
- 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 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte I".
- "La protezione dai campi elettromagnetici" - Edizione TNE.
- "Inquinamento elettromagnetico" - P. Bevitoni et al. - Maggioli Editore.
- "La valutazione dell'inquinamento elettromagnetico" - Edizione Maggioli Editore.
- Documento di progetto: Elaborato - "A.16.1 Planimetria tracciato cavidotto su CTR"

	<b>RELAZIONE ELETTROMAGNETICA</b>	Codice	
		Data creazione	18/12/2013
		Data ultima modif.	19/12/2013
		Revisione	1
		Pagina	3 di 19

- Documento di progetto Elaborato – “A.16.b.4c Schema di collegamento alla rete elettrica di distribuzione e trasmissione”

### 3. 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.

E' importante dunque distinguere il significato dei termini utilizzati nelle leggi (riportiamo nella tabella 1 le definizioni inserite nella legge quadro).

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

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 08/07/03 propone i valori descritti in tabella 2, confrontati con la normativa europea.



**Tabella 2:** Limiti di esposizione, limiti di attenzione e obiettivi di qualità del DPCM 08/07/03, confrontati con i livelli di riferimento della Raccomandazione 1999/512CE.

Normativa	Limiti previsti	Induzione magnetica B (T)	Intensità del campo elettrico E (V/m)
DPCM	Limite d'esposizione	100	5.000
	Limite d'attenzione	10	
	Obiettivo di qualità	3	
Racc. 1999/512CE	Livelli di riferimento (ICNIRP1998, OMS)	100	5.000

Il valore di attenzione di 10  $\mu\text{T}$  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  $\mu\text{T}$  si applica ai nuovi elettrodotti nelle vicinanze dei sopraccitati ambienti e luoghi, nonché ai nuovi insediamenti ed 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 23/04/92.

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

## 4. Descrizione dell'impianto

### 4.1 Generalità

I campi a frequenze estremamente basse (ELF), quali quelli che si manifestano nell'esercizio delle linee elettriche, sono quelli con frequenze fino a 300 Hz. A frequenze così basse corrispondono lunghezze d'onda in aria molto grandi (6000 km a 50 Hz e 5000 km a 60 Hz) e, in situazioni pratiche, il campo elettrico e quello magnetico agiscono in modo indipendente l'uno dall'altro e sono calcolati e misurati separatamente.

I campi magnetici sono prodotti dal moto delle cariche elettriche, cioè dalla corrente. La loro intensità si misura in ampere al metro (A/m), ma è spesso espressa in termini di una grandezza corrispondente, l'induzione magnetica, che si misura in Tesla (T), milliTesla (mT) o microTesla ( $\mu\text{T}$ ). I campi magnetici sono massimi vicino alla sorgente e diminuiscono con la distanza e non vengono schermati dalla maggior parte dei materiali di uso comune che ne vengono facilmente attraversati.

Le opere elettriche di impianto sulle quali rivolgere l'attenzione al fine della valutazione dell'impatto elettrico e magnetico sono di seguito descritte:

 <b>TENPROJECT</b>	<b>RELAZIONE ELETTROMAGNETICA</b>	Codice	18/12/2013
		Data creazione	19/12/2013
		Data ultima modif.	1
		Revisione	5 di 19
		Pagina	

- la stazione elettrica di utenza 30/150 kV;
- quadri MT ubicati all'interno della stazione elettrica 30/150 kV di utenza;
- il cavidotto in AT di collegamento tra la stazione elettrica 150/30 kV di utenza e la stazione elettrica 150 kV di Tema;
- la stazione elettrica di rete 150 kV.

#### 4.2 Stazione elettrica di utenza 30/150 kV

La stazione elettrica di utenza sarà costituita da un'area chiusa composta da un locale comando e controllo, locale BT, locale MT (contenente i quadri MT, il trasformatore MT/BT) con una sezione di arrivo MT dall'impianto eolico; una sezione di trasformazione MT/AT ed una sezione di partenza in AT per la consegna dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale.

#### 4.3 Quadro MT di stazione elettrica

All'interno della cabina di stazione sono ubicati i quadri in MT, per la protezione ed il sezionamento delle linee elettriche in arrivo dal parco eolico e in partenza verso il trasformatore di potenza AT/MT.

#### 4.4 Cavidotto in Alta Tensione

Dalla stazione di trasformazione MT/AT l'energia prodotta viene trasferita alla stazione di rete a 150 kV attraverso un cavidotto interrato in alta tensione. Ai fini della simulazione di calcolo dei campi elettromagnetici è stata scelta la sezione di cavi più gravosa che presenta le seguenti caratteristiche dimensionali:

Sezione conduttore	Diametro conduttore	Diametro cavo	Tipologia	Portata
[mm <sup>2</sup> ]	[mm]	[mm]		[A]
3x1x1600	45,2	108	Unipolare	1060

#### 4.5 Stazione elettrica di smistamento 150 kV

La sezione a 150 kV della stazione elettrica di smistamento sarà costituita dalle seguenti apparecchiature (rif. elaborati RTN.a.5- "Planimetria elettromeccanica" e RTN.a.6- "Sezioni longitudinali"):

- n° 1 sistema a doppia sbarra con sezionatori di terra sbarre ad entrambe le estremità e TVC di sbarra su un lato;
- n° 8 stalli linea;
- n° 1 stallo di parallelo sbarre.



## 5. Metodologia di calcolo campo magnetico

### 5.1 Definizioni

In riferimento all'allegato del D.M. del 29 Maggio 2008 "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto" si introducono le seguenti definizioni:

#### **Corrente**

Valore efficace dell'intensità di corrente elettrica.

#### **Portata in corrente in servizio normale**

Corrente che può essere sopportata da un conduttore per il 100% del tempo con limiti accettabili del rischio di scarica sugli oggetti mobili e sulle opere attraversate e dell'invecchiamento. Essa è definita nella norma CEI 11-60 par. 2.6 e sue successive modifiche e integrazioni.

#### **Portata in regime permanente**

Massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il conduttore può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato (secondo CEI 11-17 par. 1.2.05).

#### **Fascia di rispetto**

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.

#### **Distanza di prima approssimazione (Dpa)**

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 di Dpa si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. Per le cabine è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.

### 5.2 Cenni teorici sul modello utilizzato

L'induzione magnetica  $B$  generata da  $NR$  conduttori filiformi, numerati da 0 a  $(NR-1)$ , può essere calcolata con l'espressione riportata di seguito; si fa notare che solo i conduttori reali contribuiscono al campo magnetico, perché si assume il suolo perfettamente trasparente dal punto di vista magnetico e non si considerano quindi i conduttori immagine.

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

dove  $\mu_0$  è la permeabilità magnetica del vuoto,  $NR$  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.

Il modello adottato (conduttori cilindrici rettilinei orizzontali indefiniti paralleli tra di loro) consente di eseguire facilmente l'integrazione e semplificare i calcoli.

Indicato con  $Q$  il punto dove si vuole determinare il campo, definiamo sezione normale il piano verticale passante per  $Q$  e ortogonale ai conduttori; indichiamo quindi con  $P_k$  il punto dove il generico conduttore  $C_k$  interseca la sezione normale, e con  $I_k$  la corrente nel singolo conduttore (si è preso l'asse  $z$  nella direzione dei conduttori).

Con queste posizioni, per l'induzione magnetica in  $Q$  si ottiene l'espressione



$$\vec{B} = \frac{\mu_0}{2\pi} \sum_{k=0}^{NR-1} \frac{i_k \vec{z} \times (Q - P_k)}{|Q - P_k|^2}$$

La formula indica che l'induzione magnetica è inversamente proporzionale al quadrato della distanza del punto di interesse dai conduttori; esiste inoltre una proporzionalità diretta tra l'induzione e la distanza tra i singoli conduttori di ogni tema.

### 5.3 Metodo di calcolo

Lo studio dell'impatto elettromagnetico nel caso di linee elettriche aeree e non, si traduce nella determinazione di una fascia di rispetto. Per l'individuazione di tale fascia si deve effettuare il calcolo dell'induzione magnetica basata sulle caratteristiche geometriche, meccaniche ed elettriche della linea presa in esame. Esso deve essere eseguito secondo modelli tridimensionali o bidimensionali con l'applicazione delle condizioni espresse al paragrafo 6.1 della norma CEI 106-11, che considera lo sviluppo della catenaria in condizioni di freccia massima, l'altezza dei conduttori sul livello del suolo e l'andamento del terreno.

Al fine di semplificare la gestione territoriale e il calcolo delle fasce di rispetto, in prima approssimazione è possibile:

- Calcolare la fascia di rispetto combinando la configurazione dei conduttori, geometrica e di fase, e la portata in corrente in servizio normale che forniscono il risultato più cautelativo sull'intero tronco;
- Proiettare al suolo verticalmente tale fascia;
- Individuare l'estensione rispetto alla proiezione del centro linea (Dpa).

## 6. Metodologia di calcolo campo elettrico

### 6.1 Cenni teorici

In generale, per il calcolo del campo elettrico si ricorre al principio delle immagini in base al quale il terreno, considerato come piano equipotenziale a potenziale nullo, può essere simulato con una configurazione di cariche immagini. In altre parole per ogni conduttore reale, sia attivo che di guardia, andrà considerato un analogo conduttore immagine la cui posizione è speculare, rispetto al piano di terra, a quella del conduttore reale e la cui carica è opposta rispetto a quella del medesimo conduttore reale.

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

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

- Dove:
- $\lambda$  = densità lineare di carica sul conduttore
  - $\epsilon_0$  = permittività del vuoto
  - $d$  = distanza del conduttore rettilineo dal punto di calcolo
  - $u_r$  = versore unitario con direzione radiale al conduttore



## 7. Stazione elettrica AT/MT e cabina MT di stazione

Il calcolo del campo elettrico e magnetico per una stazione elettrica 30/150 kV è stato effettuato sulle sbarre a 150 kV all'interno dell'area di stazione e sulle sbarre a 30 kV dei quadri in MT localizzati anch'essi all'interno della recinzione della stazione.

I parametri geometrici ed elettrici utilizzati per il calcolo sulle sbarre a 150 kV risultano i seguenti:

- altezza delle sbarre: 7 m;
- distanza tra le sbarre: 2.2 m;
- valore efficace della corrente delle sbarre: 870 A;
- valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 86705 V;

I parametri geometrici ed elettrici utilizzati per il calcolo sulle sbarre a 30 kV risultano, invece, i seguenti:

- altezza delle sbarre: 1.6 m;
- distanza tra le sbarre: 0.37 m;
- valore efficace della corrente delle sbarre: 1250 A;
- valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 17341 V.

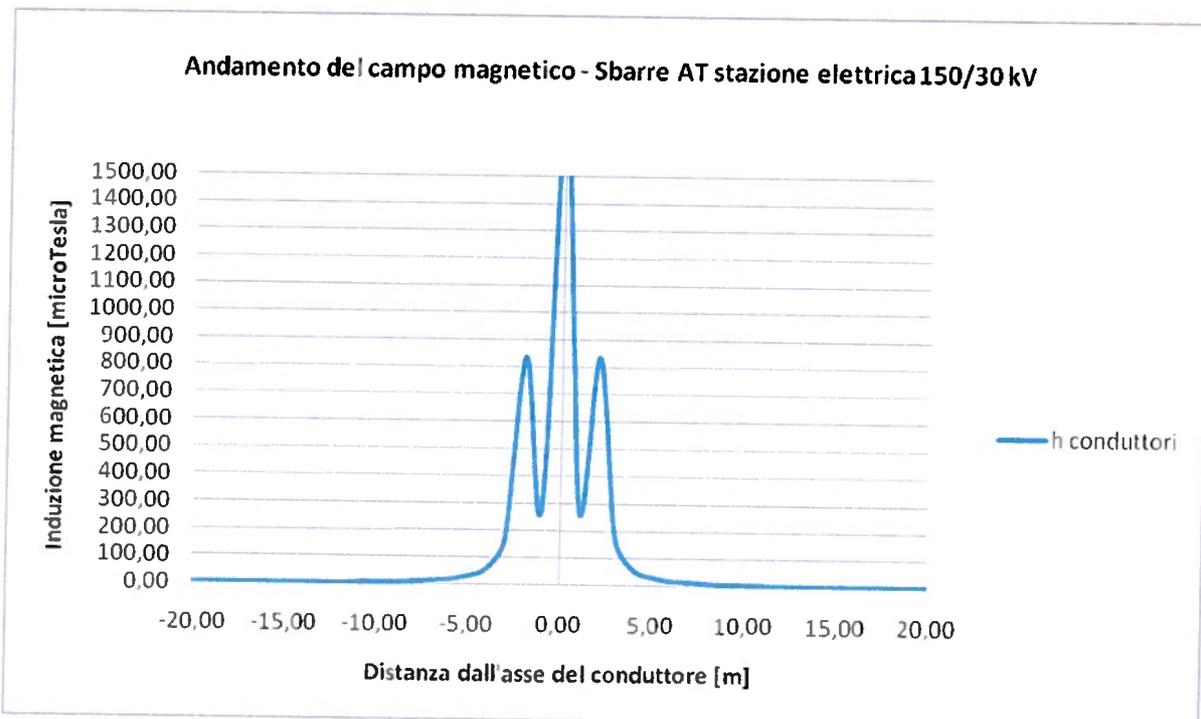


Figura 6: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica - Sbarre AT stazione elettrica 30/150 kV - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione.



Valutazione Distanza di prima approssimazione			
Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [ $\mu T$ ]	Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [ $\mu T$ ]
-20	1,68	1	277,17
-19	1,87	2	835,8
-18	2,08	3	171,7
-17	2,34	4	62,23
-16	2,65	5	33,91
-15	2,96	6	21,74
-14	3,48	7	15,26
-13	4,06	8	11,35
-12	4,79	9	8,79
-11	5,75	10	7,02
-10	7,02	11	5,75
-9	8,79	12	4,79
-8	11,35	13	4,06
-7	15,26	14	3,48
-6	21,74	15	2,96
-5	33,91	16	2,65
-4	62,23	17	2,34
-3	171,7	18	2,08
-2	835,8	19	1,87
-1	277,17	20	1,68
0	1741,79		

Tabella 3: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare - Sbarre AT stazione elettrica 30/150 kV - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione.

Andamento del campo magnetico - Sbarre MT stazione elettrica 150/30 kV

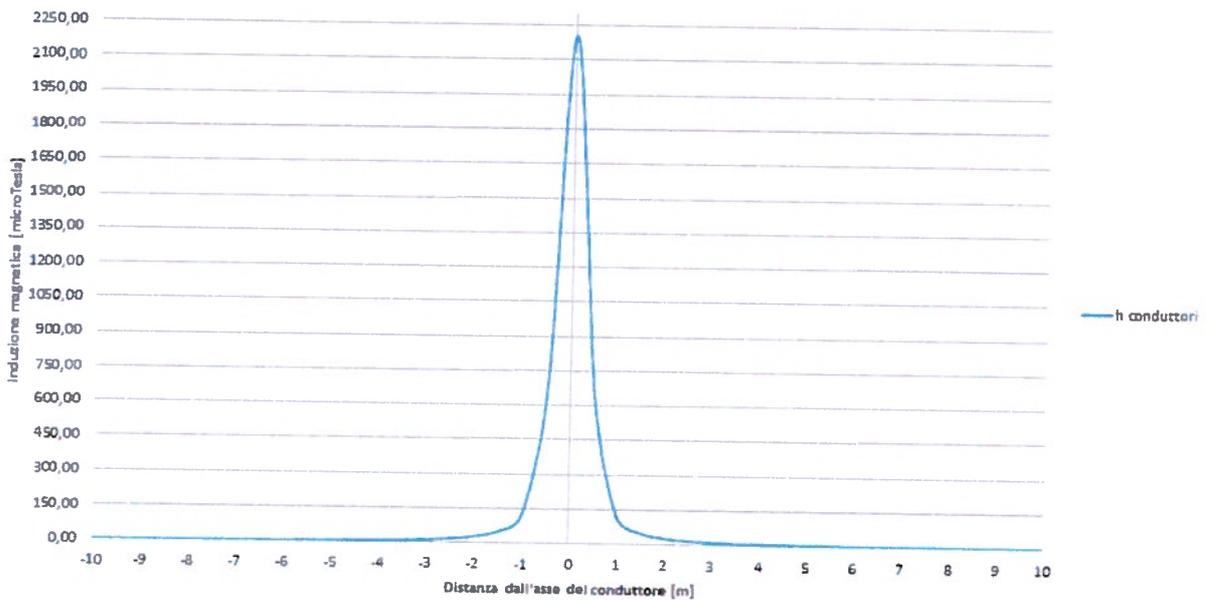


Figura 7: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica - Sbarre MT stazione elettrica 30/150 kV - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione.

Distanza dall'asse [m]	Valori di campo magnetico [ $\mu T$ ]
	Altezza conduttori
-10,00	1,10
-9,00	1,36
-8,00	1,72
-7,00	2,25
-6,00	3,07
-5,00	4,42
-4,00	6,93
-3,00	12,37
-2,00	28,20
-1,00	121,25
0,00	2203,17
1,00	121,25
2,00	28,20
3,00	12,37
4,00	6,93
5,00	4,42
6,00	3,07
7,00	2,25
8,00	1,72
9,00	1,36
10,00	1,10

**Tabella 4:** Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori  
 in forma tabellare grafica - Sbarre MT stazione elettrica 150/30 Kv - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione.

Andamento del campo elettrico - Sbarre AT stazione elettrica 150/30 kV

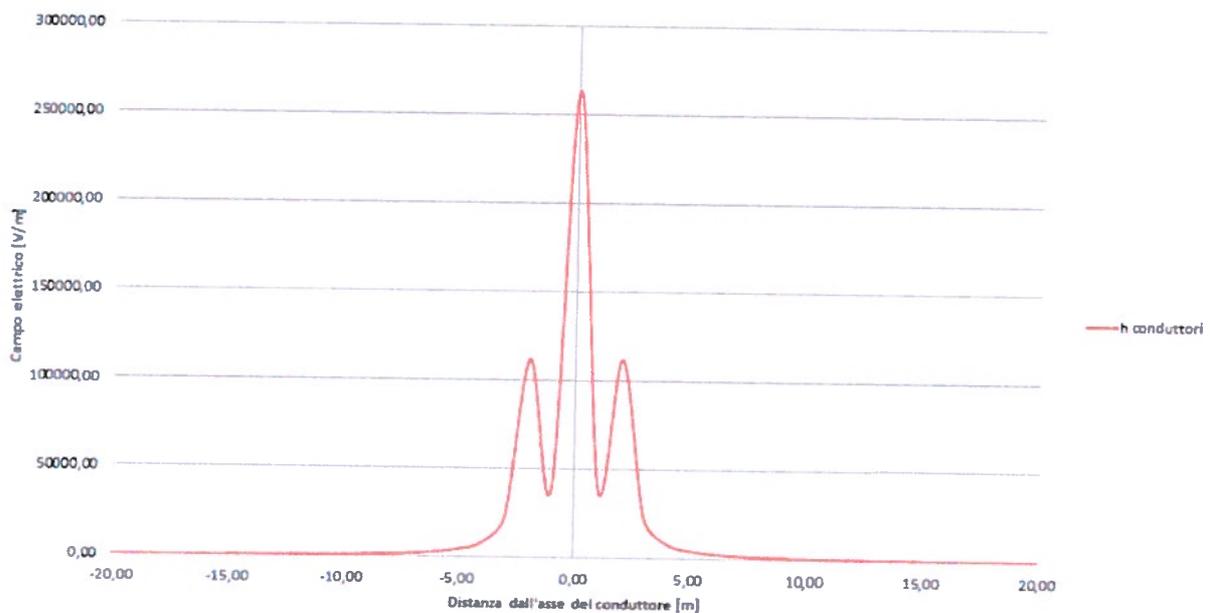


Figura 8: Andamento del campo elettrico in forma grafica - Sbarre AT stazione elettrica 30/150 kV.



Distanza dall'asse [m]	Valori di campo elettrico [V/m]
	Altezza conduttori
0	263460,50
1	39261,50
2	112013,90
3	22797,40
4	8360,50
5	4645,20
6	3040,60
7	2173,40
8	1640,30
9	1283,90
10	1031,40
11	844,70
12	702,40
13	591,20
14	502,60
15	431,10
16	372,50
17	324,00
18	283,60
19	249,50
20	220,70

Tabella 5: Andamento del campo elettrico in forma tabellare -  
Sbarre AT stazione elettrica 150/30 kV.

Andamento del campo elettrico - Sbarre MT stazione elettrica 150/30 kV

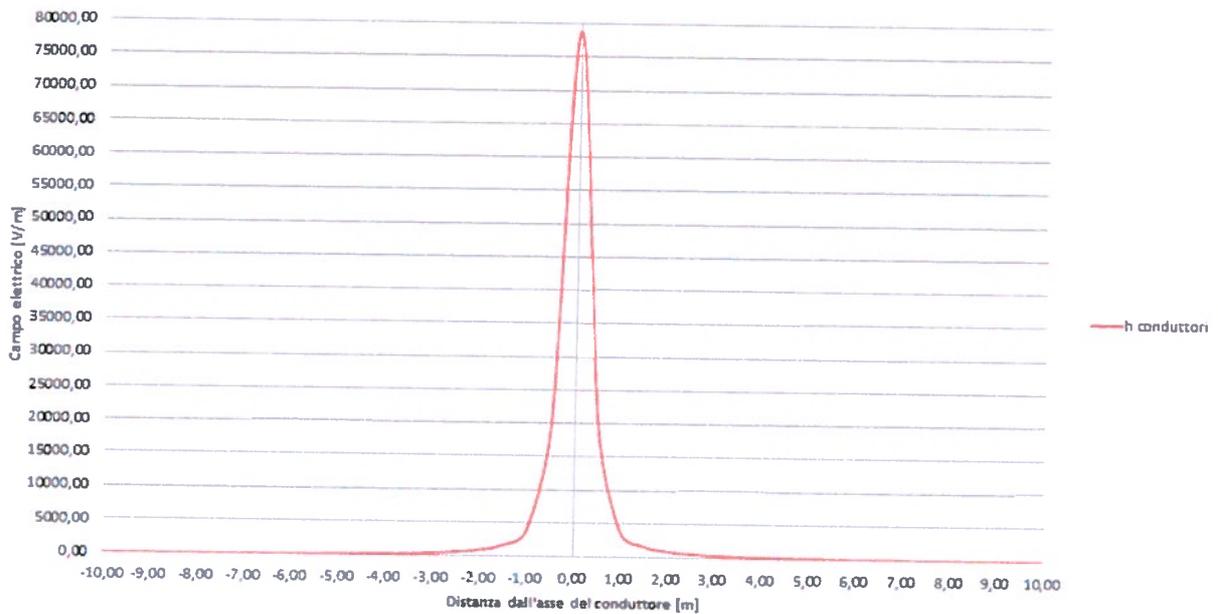


Figura 9: Andamento del campo elettrico in forma grafica - Cabina MT in stazione elettrica 30/150 kV.



Distanza dall'asse [m]	Valori di campo magnetico [ $\mu$ T]
	Altezza conduttori
0,00	78925,50
0,50	19701,50
1,00	3846,20
1,50	1714,70
2,00	983,20
2,50	632,90
3,00	435,50
3,50	313,50
4,00	233,60
4,50	178,90
5,00	140,20
5,50	112,10
6,00	91,20
6,50	75,40
7,00	63,10
7,50	53,50
8,00	45,80
8,50	39,70
9,00	34,60
9,50	30,40
10,00	27,00

Tabella 6: Andamento del campo elettrico in forma tabellare –  
Cabina MT in stazione elettrica 30/150 kV.

Come si evince dalla simulazione del calcolo, dalle figure 6 e 7 e dalle relative tabelle, sia i valori di campo magnetico ad altezza conduttori sia quelli ad 1 m dal suolo restano al di sotto dei 3  $\mu$ T ad una distanza di circa 15 m dall'asse delle sbarre in AT e 7 m circa dal confine della cabina MT della stazione 30/150 kV.

Riguardo al campo elettrico, dai risultati delle simulazioni (Fig. 8 e 9 e relative tabelle), si ottengono valori di intensità inferiore ai limiti di 5000 V/m imposti dalla normativa a soli 5 m dalle sbarre in AT ed 1 m da quelle in MT.

In figura 9, si rappresenta la DPA all'interno della stazione di utenza 30/150 kV.

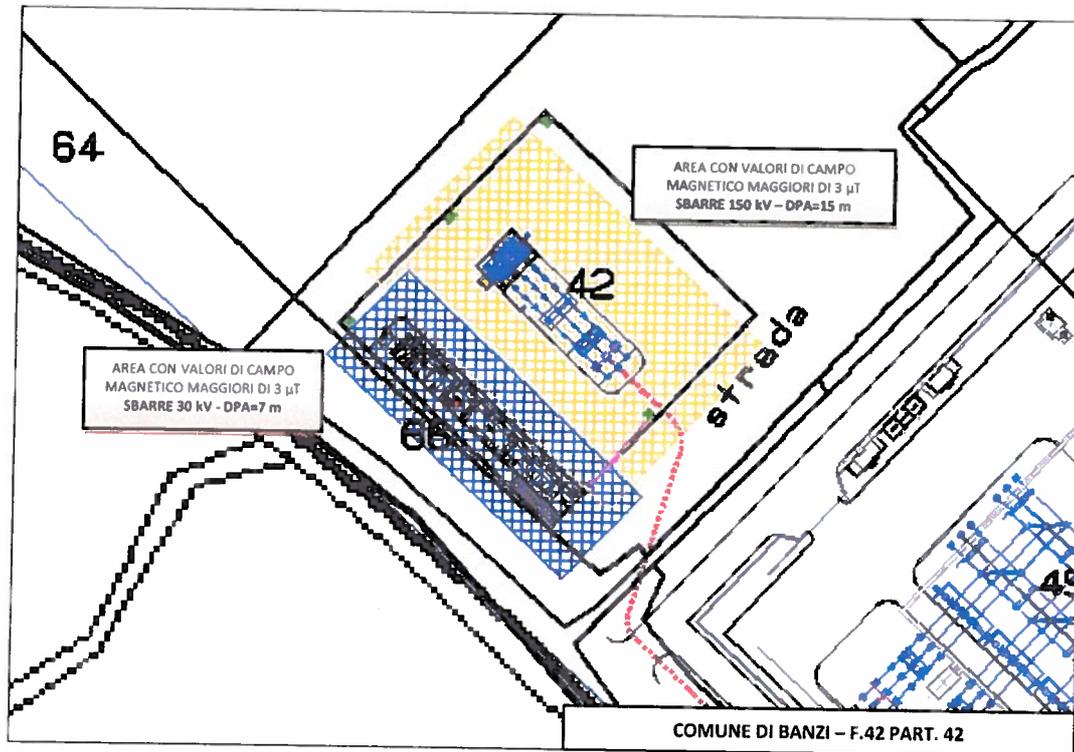


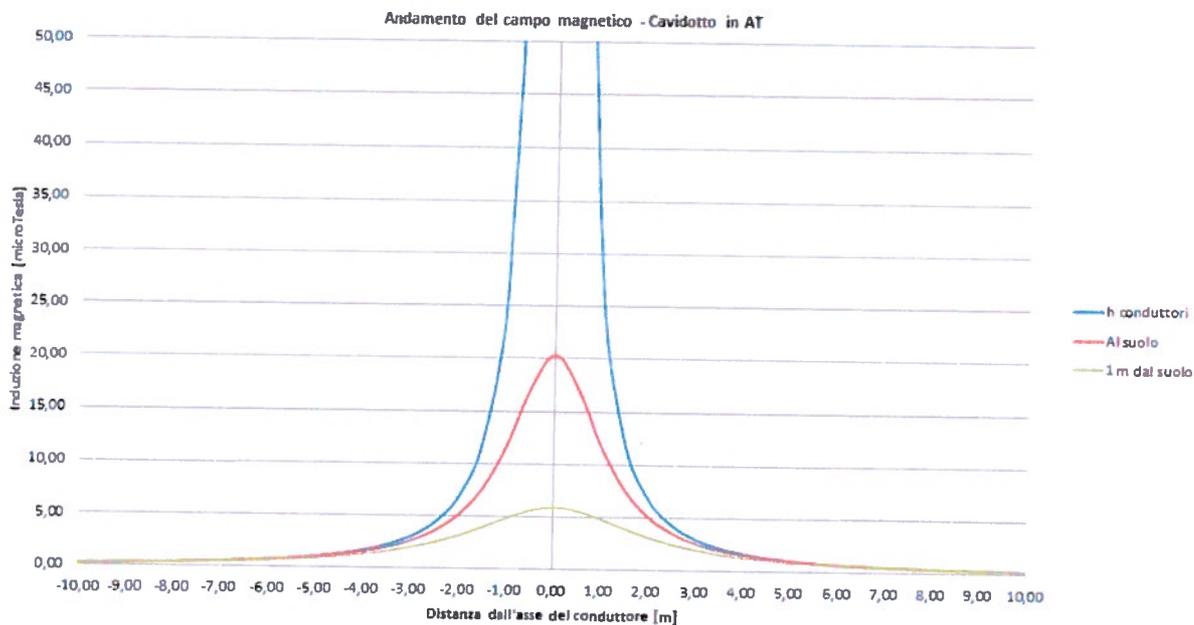
Figura 10: Rappresentazione grafica delle DPA della stazione d'utenza 30/150 kV.

## 8. Linea in cavo interrato in AT

Per la realizzazione del cavidotto di collegamento in AT tra la stazione elettrica di utenza e la stazione elettrica della RTN 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. Nel caso in questione, lo studio del campo magnetico è stato effettuato, alla tensione nominale di 150 kV, sul seguente tratto di cavidotto così costituito:

- S1: una linea di conduttori di sezione 1600 mm<sup>2</sup> percorsa da corrente massima pari a 1060 A;

I valori del campo magnetico sono stati misurati ad altezza conduttori, al suolo e ad 1 m dal suolo. Più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano, per ognuna delle situazioni richiamate, l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori e l'andamento del campo magnetico su di un asse ortogonale all'asse dei conduttori.

**S1 - Cavidotto AT ad una terna di sezione 1600 mm<sup>2</sup> interrata a 1.5 m dal piano di campagna.**

**Figura 11:** Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica - Cavidotto AT.

Distanza dai cavi [m]	Altezza conduttori [ $\mu T$ ]	Al suolo [ $\mu T$ ]	Ad 1 m dal suolo [ $\mu T$ ]
-10,00	0,27	0,27	0,26
-9,00	0,34	0,33	0,32
-8,00	0,43	0,42	0,40
-7,00	0,56	0,54	0,51
-6,00	0,76	0,73	0,67
-5,00	1,10	1,04	0,92
-4,00	1,71	1,58	1,33
-3,00	2,98	2,65	2,01
-2,00	6,81	5,13	3,16
-1,00	26,76	11,68	4,84
0,00	1196,73	20,37	5,87
1,00	26,76	11,68	4,84
2,00	6,81	5,13	3,16
3,00	2,98	2,65	2,01
4,00	1,71	1,58	1,33
5,00	1,10	1,04	0,92
6,00	0,76	0,73	0,67
7,00	0,56	0,54	0,51
8,00	0,43	0,42	0,40
9,00	0,34	0,33	0,32
10,00	0,27	0,27	0,26

**Tabella 7:** Andamento del campo elettrico in forma tabellare - Cavidotto AT 150 kV.



### 8.1 Determinazione della distanza di prima approssimazione (Dpa)

Il calcolo della Dpa per il cavidotto di collegamento in AT simulato si traduce anch'esso graficamente nell'individuazione di una distanza che ha origine dal punto di proiezione dall'asse del cavidotto al suolo e ha termine in un punto individuato sul suolo il cui valore del campo magnetico risulta essere uguale o inferiore ai  $3 \mu\text{T}$ . Per il caso specifico il valore di  $3 \mu\text{T}$  è facilmente riscontrabile nella tabella 7 dalla quale si evince che la distanza di prima approssimazione risulta essere pari a  $\pm 3 \text{ m}$  rispetto all'asse del cavidotto.

Nella figura seguente viene illustrato la rappresentazione grafica della DpA del cavidotto di collegamento in AT precedentemente simulato.

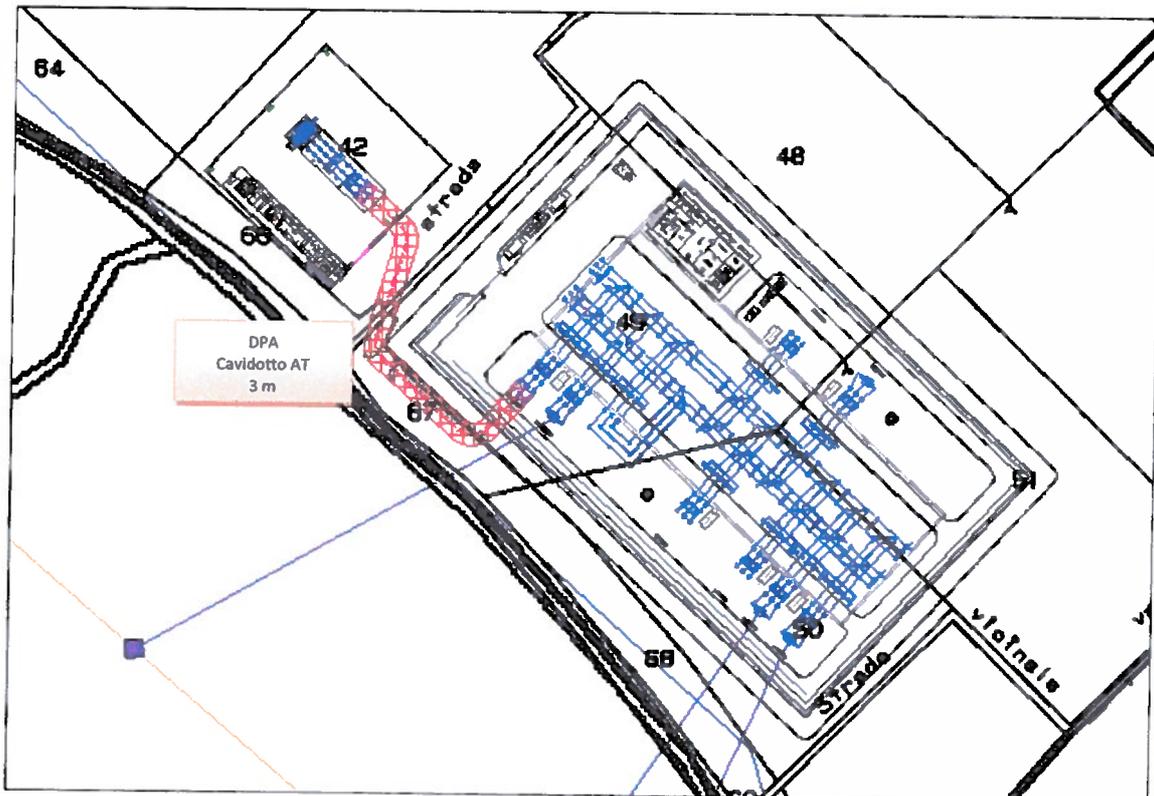


Figura 12 Rappresentazione grafica della DpA del cavidotto di collegamento in Alta Tensione.



### 9. Campi elettromagnetici stazione elettrica di smistamento 150 kV

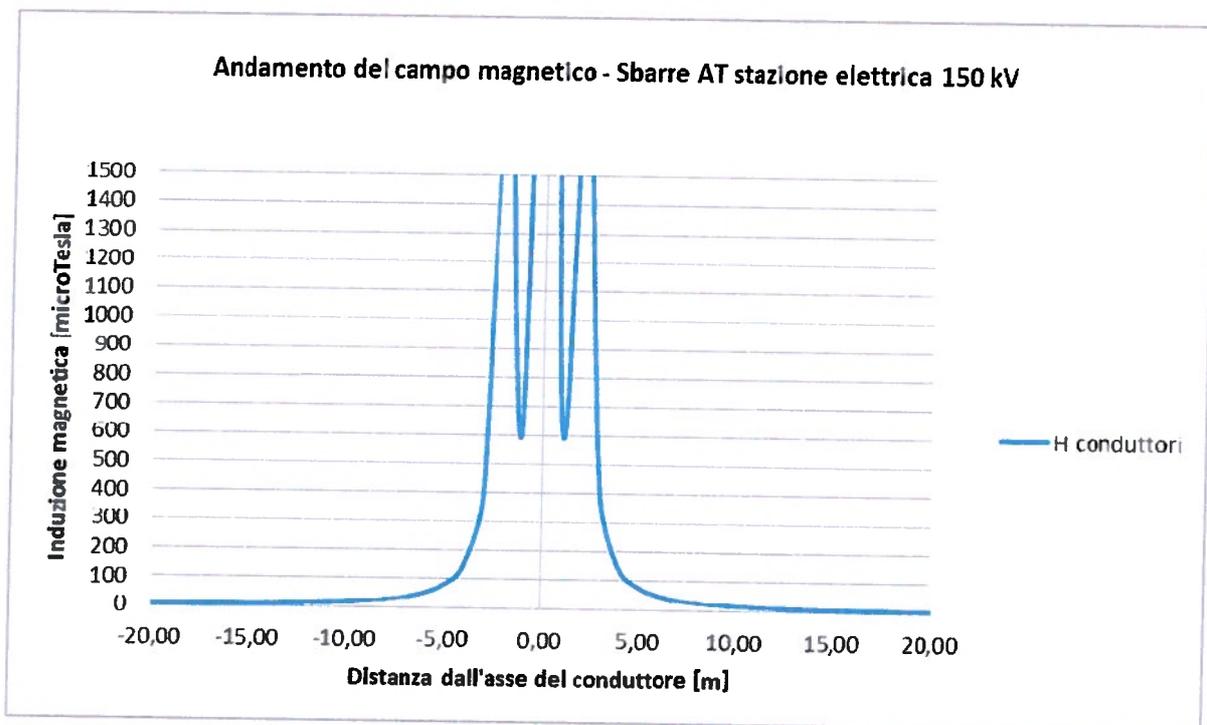
Il calcolo del campo elettromagnetico per una stazione elettrica 150 kV è stato effettuato sulle sbarre a 150 kV all'interno dell'area di stazione.

I parametri geometrici ed elettrici utilizzati per il calcolo sulle sbarre a 150 kV risultano i seguenti:

altezza delle sbarre: 7 m;

- distanza tra le sbarre: 2.2 m;
- valore efficace della corrente delle sbarre: 2000 A;
- valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 86705 V;

Con conduttori percorsi da corrente di 2000 A (corrente max sopportabile dalle sbarre) estremamente cautelativa rispetto alla max corrente di linea pari a 870 A si ha un andamento di campo magnetico come riportato nella figura 13:





<b>VALUTAZIONE DELLA D.p.A.</b>					
<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [<math>\mu</math>T]</i>	<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [<math>\mu</math>T]</i>	<i>Distanza dai cavi [m]</i>	<i>Altezza conduttori [<math>\mu</math>T]</i>
-25	2,46	-8	26,08	9	20,21
-24	2,67	-7	35,07	10	16,14
-23	2,91	-6	49,98	11	13,21
-22	3,19	-5	77,95	12	11,01
-21	3,5	-4	143,05	13	9,33
-20	3,86	-3	394,7	14	8,01
-19	4,29	-2	1921,37	15	6,95
-18	4,79	-1	637,18	16	6,09
-17	5,38	0	4004,1	17	5,38
-16	6,09	1	637,18	18	4,79
-15	6,95	2	1921,37	19	4,29
-14	8,01	3	394,7	20	3,86
-13	9,33	4	143,05	21	3,5
-12	11,01	5	77,95	22	3,19
-11	13,21	6	49,98	23	2,91
-10	16,14	7	35,07	24	2,67
-9	20,21	8	26,08	25	2,46

Figura 14: Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica e tabellare - Sbarre AT stazione elettrica 150/30 kV - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione

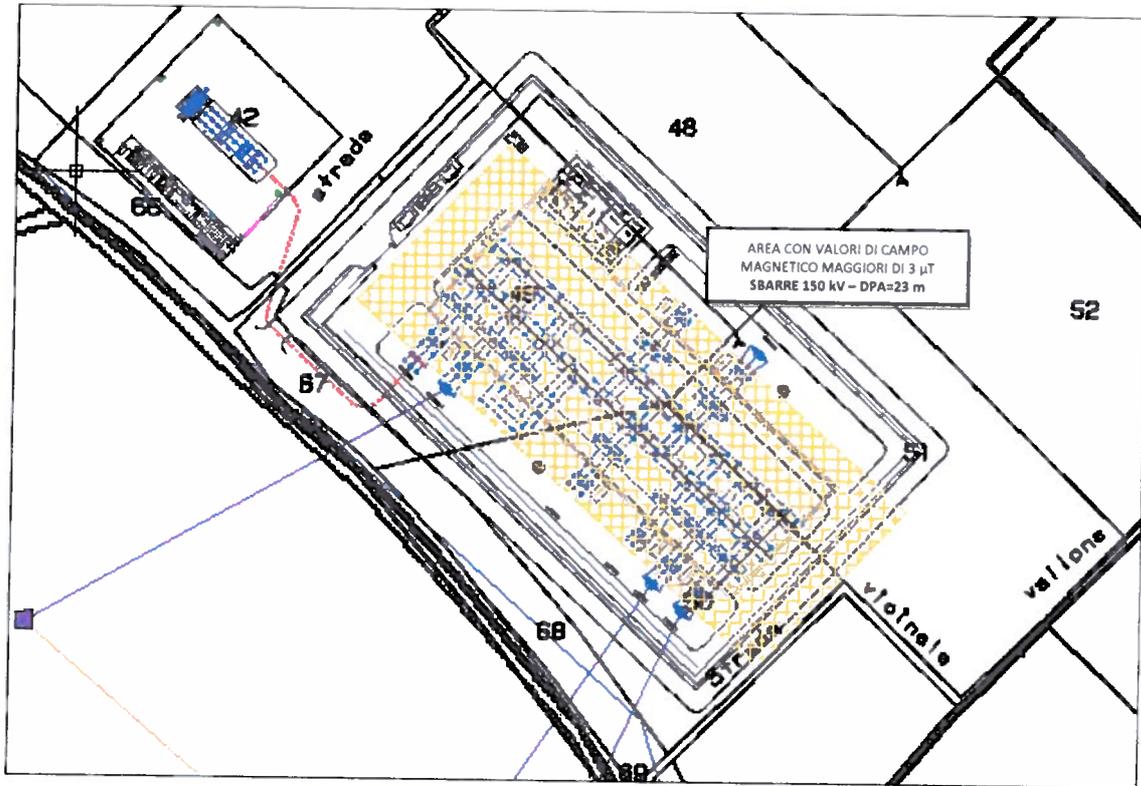


Figura 15: Rappresentazione grafica della DpA all'interno della stazione d'utenza 150/30 kV.

Come si evince dalla simulazione del calcolo e dalla figura 5 sia i valori di campo magnetico ad altezza conduttori sia quelli ad 1 m dal suolo restano al di sotto dei  $3 \mu T$  ad una distanza di circa 23 m dall'asse delle sbarre in della stazione 150 kV.

 <b>TENPROJECT</b>	<b>RELAZIONE ELETTROMAGNETICA</b>	Codice Data creazione Data ultima modif. Revisione Pagina	18/12/2013 19/12/2013 1 19 di 19
---	-----------------------------------	---	---

## 10. Conclusioni

La determinazione delle DPA è stata effettuata in accordo al D.M. del 29/05/2008 riportando per ogni opera elettrica la summenzionata DPA. Dalle analisi, i cui risultati sono riassunti nei grafici e tabelle riportati nei paragrafi precedenti si può desumere quanto segue:

- per la stazione elettrica 30/150 kV, la distanza di prima approssimazione è stata valutata in  $\pm 15$  m per le sbarre in alta tensione (150 kV) e 7 m per le sbarre in media tensione (30 kV) della cabina utente;
- per i cavidotti del collegamento interno in media tensione del parco eolico la distanza di prima approssimazione non eccede il range di  $\pm 3$  m rispetto all'asse del cavidotto;
- per i cavidotti del collegamento esterno in media tensione del parco eolico la distanza di prima approssimazione non eccede il range di  $\pm 3$  m rispetto all'asse del cavidotto;
- per il cavidotto in alta tensione la distanza di prima approssimazione non eccede il range di  $\pm 3$  m rispetto all'asse del cavidotto;
- per la stazione elettrica 150 kV, la distanza di prima approssimazione è stata valutata in  $\pm 23$  m per le sbarre in alta tensione (150 kV).

I valori di campo elettrico risultano rispettare i valori imposti dalla norma ( $<5000$  V/m) in quanto le aree con valori superiori ricadono all'interno delle cabine MT ed all'interno della stazione elettrica il cui accesso è consentito al solo personale autorizzato.

Tutte le aree summenzionate delimitate dalla Dpa ricadono all'interno di aree asservite all'impianto eolico, all'interno delle quali non risultano recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

Si può quindi concludere che la realizzazione delle opere elettriche site in località "Piano delle Tavole" di proprietà VRG WIND 127 S.r.l ubicato nei comuni di Banzi, Palazzo San Gervasio e Genzano di Lucania in provincia di Potenza non costituisce pericolo per la salute pubblica.