

PROPONENTE

Repower Renewable Spa

Via Lavaredo, 44
30174 Mestre (VE)

PROJECT MANAGER : Dott.Giuseppe Caricato



PROGETTAZIONE



Tenproject Srl -via De Gasperi 61
82018 S.Giorgio del Sannio (BN)
t +39 0824 337144 - f +39 0824 49315
tenproject.it - info@tenproject.it

N° COMMESSA

1459

NUOVO PARCO EOLICO "VEGLIE "
PROVINCIE DI LECCE - TARANTO - BRINDISI
COMUNI DI SALICE SALENTINO - NARDO' - PORTO CESAREO - AVETRANA - FERCHIE

PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE



RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO

CODICE ELABORATO

IE-SIA01

NOME FILE
1459-PD_A_IE-SIA01_REL_r00

| | | | | | |
|------|---------|-----------------------|---------|----------|--------------|
| 00 | 05/2021 | PRIMA EMISSIONE | AD | DN | DN |
| REV. | DATA | DESCRIZIONE REVISIONE | REDATTO | VERIFICA | APPROVAZIONE |

INDICE

| | |
|--|-----------|
| 2 NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO | 7 |
| 3 INQUADRAMENTO NORMATIVO | 8 |
| 3.1 NORME DI RIFERIMENTO PER LA POPOLAZIONE | 8 |
| 3.2 NORME DI RIFERIMENTO PER I LAVORATORI | 10 |
| 4 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO | 12 |
| 4.1 GENERALITÀ | 12 |
| 4.2 LINEE DI DISTRIBUZIONE IN MT | 12 |
| 4.2 CABINA DI RACCOLTA DELL'IMPIANTO | 13 |
| 4.3 STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA 30/150 kV | 13 |
| 4.4 QUADRI MT STAZIONE ELETTRICA 30/150 kV | 13 |
| 4.5 CAVIDOTTO IN ALTA TENSIONE | 13 |
| 5 METODOLOGIA DI CALCOLO CAMPO MAGNETICO | 15 |
| 5.1 DEFINIZIONI | 15 |
| 5.2 CENNI TEORICI SUL MODELLO UTILIZZATO | 15 |
| 5.3 METODO DI CALCOLO | 16 |
| 6 METODOLOGIA DI CALCOLO CAMPO ELETTRICO | 17 |
| 6.1 CENNI TEORICI | 17 |
| 7 LINEA IN CAVO INTERRATO IN MEDIA TENSIONE | 18 |
| 7.1 DETERMINAZIONE DEI CAMPI MAGNETICI | 18 |
| 7.2 DETERMINAZIONE DELLA DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA) | 27 |
| 8. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI AEREOGENERATORI | 31 |

| | |
|---|-----------|
| 8.1 STRUTTURA AEROGENERATORE | 31 |
| 8.2 CABINA DI TRASFORMAZIONE MT/BT | 31 |
| 8.3 IMPATTO CUMULATIVO LINEE INTERRATE | 32 |
| | |
| 9 CABINA DI RACCOLTA DELL'IMPIANTO EOLICO | 34 |
| | |
| 10 STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA 30/150 KV | 38 |
| | |
| 11 LINEA IN CAVO INTERRATO IN AT | 44 |
| | |
| 11.1 DETERMINAZIONE DELLA PRIMA APPROSSIMAZIONE (DPA) | 45 |
| | |
| 12 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DERIVANTE DALL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI A CAMPI ELETTROMANETICI | 47 |
| | |
| 12.1 GENERALITÀ | 47 |
| | |
| 12.2 ANALISI DEL RISCHIO | 47 |
| | |
| 12.3 SEGNALETICA | 51 |
| | |
| 12.4 INFORMAZIONE E FORMAZIONE DEI LAVORATORI | 51 |
| | |
| 12.5 SORVEGLIANZA SANITARIA | 52 |
| | |
| 13 CONCLUSIONI | 53 |

Indice delle tabelle e delle figure

| | |
|---|----|
| Tabella 1: Definizioni di limiti di esposizione, di valori di attenzione e di obiettivi di qualità secondo la legge quadro..... | 8 |
| 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..... | 9 |
| Tabella 3 Caratteristiche dimensionale ed elettriche dei cavi MT..... | 13 |
| Tabella 4 Caratteristiche dimensionale ed elettriche del cavo AT | 14 |
| Tabella 5 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S1..... | 20 |
| Tabella 6 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S2..... | 21 |
| Tabella 7 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S3..... | 21 |
| Tabella 8 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S4..... | 22 |
| Tabella 9 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S5..... | 23 |
| Tabella 10 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S6..... | 24 |
| Tabella 11 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S7..... | 25 |
| Tabella 12 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S8..... | 26 |
| Tabella 13- Distanza di prima approssimazione per cavidotti di collegamento del parco eolico..... | 27 |
| Tabella 14 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare – sbarre MT cabina di raccolta dell'impianto..... | 35 |
| Tabella 15 Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare – sbarre MT cabina di raccolta dell'impianto..... | 36 |
| Tabella 16 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..... | 40 |
| Tabella 17 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare – Sbarre MT stazione elettrica 150/30 Kv - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione..... | 41 |
| Tabella 18 Andamento del campo elettrico in forma tabellare –..... | 42 |
| Tabella 19 Andamento del campo elettrico in forma tabellare –..... | 43 |
| Tabella 20 Andamento del campo magnetico in forma tabellare –..... | 45 |
| Tabella 21 Scala delle probabilità "P" di accadimento di un evento..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Tabella 22 Scala dell'entità del Danno "D" | 49 |
| Tabella 23 – Valutazione del Rischio | 50 |
| Tabella 24– Limiti imposti dalla normativa. | 50 |
| Figura 1 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S1. | 19 |
| Figura 2 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S2. | 20 |
| Figura 3 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S3. | 21 |
| Figura 4 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S4. | 22 |
| Figura 5 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S5. | 23 |
| Figura 6 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S6. | 24 |
| Figura 7 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S7. | 25 |
| Figura 8 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S8. | 26 |
| Figura 9 Verifica posizionamento e distanza di recettori sensibili rispetto dal cavidotto MT di progetto. | 28 |
| Figura 10 Verifica posizionamento e distanza di recettori sensibili rispetto dal cavidotto MT di progetto. | 28 |
| Figura 11 Verifica posizionamento e distanza di recettori sensibili rispetto dal cavidotto MT di progetto. | 29 |
| Figura 12 Verifica posizionamento e distanza di recettore sensibile rispetto dal cavidotto MT di progetto. | 29 |
| Figura 13 Verifica posizionamento e distanza di recettore sensibile rispetto dal cavidotto MT di progetto. | 30 |
| Figura 14 Verifica posizionamento e distanza di recettore sensibile rispetto dal cavidotto MT di progetto. | 30 |
| Figura 15 Verifica posizionamento recettori sensibili rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m..... | 32 |
| Figura 16 Verifica posizionamento recettori sensibili rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m..... | 32 |
| Figura 17 Verifica posizionamento recettori sensibili rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m..... | 33 |
| Figura 18 Verifica posizionamento recettori sensibili rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m..... | 33 |

| | | | |
|---|--|--|---|
|  TENPROJECT | RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO | Codice Revisione Data di creazione Data ultima modif. Pagina | 1459-PD_A_IE-SIA01_REL_r00 00 20/05/2021 --/--/---- 5 di 54 |
|---|--|--|---|

Figura 19 Verifica posizionamento recettore sensibile rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m..... 33

Figura 20 Verifica posizionamento recettore sensibile rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m..... 34

Figura 21 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica – sbarre MT cabina di raccolta dell'impianto. 35

Figura 22 Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica – sbarre MT cabina di raccolta dell'impianto. 36

Figura 23 Rappresentazione grafica della DPA cabina di raccolta impianto eolico..... 37

Figura 24 Rappresentazione grafica della DPA cabina di raccolta impianto eolico..... 38

Figura 25 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. 39

Figura 26 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. 40

Figura 27 Andamento del campo elettrico in forma grafica - Sbarre AT stazione elettrica 30/150 kV. 41

Figura 28 Andamento del campo elettrico in forma grafica – edificio MT in stazione elettrica 30/150 kV. 42

Figura 30 Rappresentazione grafica della DPA relativa alla stazione elettrica 30/150 kV. 43

Figura 30 Rappresentazione grafica delle DPA del cavidotto AT. 44

Figura 31 Rappresentazione grafica della DPA del cavidotto di collegamento AT alla stazione 150 kV. 46

Figura 32 Esempio di Matrice di Valutazione del Rischio: $R = P \times D$ 48

Figura 33 Inquadramento su ortofoto della stazione elettrica di utenza 30/150 kV. 53

1. PREMESSA

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto eolico costituito da sette aerogeneratori della potenza di 6 MW ciascuno, per una potenza di 42 MW, comprensivo di un sistema di accumulo con batterie agli ioni di litio di potenza pari a 15,20 MW, per una potenza complessiva di 57,20 MW, da installare nel comune di Avetrana (TA), Salice Salentino (LE), Nardò (LE) e Porto Cesareo (LE) in località "Il Canalone" e con opere di connessione ricadenti anche nel comune di Erchie (BR).

Proponente dell'iniziativa è la società Repower Renewable SpA.

Gli aerogeneratori sono collegati tra di loro per gruppi mediante un cavidotto in media tensione interrato (detto "cavidotto interno"):

- il gruppo costituito dagli aerogeneratori A1, A2 e A3 è collegato ad una cabina di raccolta prevista nei pressi dell'aerogeneratore denominato A1;
- il gruppo degli aerogeneratori A4, A5, A6 e A7 è collegato ad una cabina di raccolta prevista nei pressi dell'aerogeneratore denominato A4.

Dalle cabine di raccolta parte il cavidotto interrato (detto "cavidotto esterno") per il collegamento dell'impianto alla sottostazione di trasformazione 30/150 kV di progetto (in breve SE di utenza o stazione di utenza), prevista in agro di Erchie. Il cavidotto esterno segue per la quasi totalità strade esistenti.

La stazione di utenza a sua volta è collegata in antenna a 150 kV con la esistente Stazione Elettrica di Trasformazione (SE) della RTN 380/150 kV di Terna Spa (in breve anche SE RTN o stazione RTN) in agro di Erchie. La connessione in antenna avviene mediante un cavo interrato AT tra lo stallo della stazione di utenza e lo stallo a 150 kV della stazione RTN.

Più in dettaglio l'impianto eolico presenta:

- 6 aerogeneratori della potenza di 6,0 MW;
- 6 di cabine di trasformazione poste all'interno della navicella dell'aerogeneratore e realizzazione delle opere di fondazione degli aerogeneratori;
- Un cavidotto in cavo sotterraneo in media tensione (30 kV) per il collegamento degli aerogeneratori tra di loro e con le cabine di raccolta denominato cavidotto interno;
- Un cavidotto in cavo sotterraneo in media tensione (30 kV) per il collegamento delle cabine di raccolta alla stazione elettrica 30/150 kV denominato cavidotto esterno;
- La realizzazione di una sottostazione elettrica di trasformazione nel comune di Erchie (BR);
- Collegamento in cavo interrato AT della stazione elettrica 30/150 kV con la sezione 150 kV della stazione elettrica RTN.

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.

| | | | |
|---|--|--|---|
|  TENPROJECT | RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO | Codice Revisione Data di creazione Data ultima modif. Pagina | 1459-PD_A_IE-SIA01_REL_r00 00 20/05/2021 --/--/---- 7 di 54 |
|---|--|--|---|

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. Bevitori et al. - Maggioli Editore.
- "La valutazione dell'inquinamento elettromagnetico" - Edizione Maggioli Editore.

| | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|
|  TENPROJECT | RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO | Codice | 1459-PD_A_IE-SIA01_REL_r00 |
| | | Revisione | 00 |
| | | Data di creazione | 20/05/2021 |
| | | Data ultima modif. | --/--/---- |
| | | Pagina | 8 di 54 |

3 INQUADRAMENTO NORMATIVO

3.1 Norme di riferimento per la popolazione

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 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

| | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|
|  TENPROJECT | RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO | Codice | 1459-PD_A_IE-SIA01_REL_r00 |
| | | Revisione | 00 |
| | | Data di creazione | 20/05/2021 |
| | | Data ultima modif. | --/------ |
| | | Pagina | 9 di 54 |

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 (μ T) | Intensità del campo elettrico E (V/m) |
|-------------------|--|-------------------------------------|--|
| DPCM | Limite d'esposizione | 100 | 5.000 |
| | Limite d'attenzione | 10 | |
| | Obiettivo di qualità | 3 | |
| Racc. 1999/512/CE | Livelli di riferimento (ICNIRP1998,OMS) | 100 | 5.000 |

Il valore di attenzione di 10 μ 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 μ 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 μ T per lunghe esposizioni e di 1000 μ 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).

3.2 Norme di riferimento per i lavoratori

L'insieme di leggi e norme alle quali si fa riferimento nella valutazione dell'esposizione ai campi elettromagnetici, è piuttosto complesso.

La normativa, infatti, prende in considerazione ambiti applicativi diversi, sia per la tipologia degli esposti, che per i parametri caratteristici del campo elettromagnetico. Una prima distinzione deve essere fatta sugli esposti: come già chiarito nelle definizioni al paragrafo precedente, si parla di esposizione professionale quando un soggetto per la specifica attività lavorativa è esposto a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, mentre, si definisce genericamente esposizione della popolazione, ogni tipo di esposizione ai campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici, di tutte quelle persone che permangono in un'area, senza esserne stati informati dell'esistenza.

Una ulteriore differenziazione viene operata considerando le diverse lunghezze d'onda e quindi le frequenze che caratterizzano i campi elettromagnetici, poiché diverse sono le sorgenti che generano le radiazioni non ionizzanti alle quali ci si riferisce parlando di inquinamento elettromagnetico.

Il Legislatore italiano ha recepito la direttiva europea in data 19 novembre 2007, all'interno del D.Lgs n. 257 "Attuazione della direttiva europea 2004/40/CE sulle prescrizioni minime di sicurezza e di salute relative all'esposizione dei lavoratori ai rischi derivanti dagli agenti fisici (campi elettromagnetici). Successivamente tale problema è stato ripreso all'interno del Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n° 81, attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e precisamente al Titolo VIII "AGENTI FISICI", Capo IV.

Il Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n° 81, prescrive che il datore di lavoro deve valutare e, quando necessario, calcolare i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori, in particolare devono essere monitorati i campi secondo due parametri:

- Valori di azione (che farà scattare gli obblighi previsti dalla normativa);
 - Valori limite di esposizione (che rappresenta il valore massimo di esposizione per il lavoratore).
- I livelli di soglia di esposizione sono individuati a mezzo delle due grandezze "valori limite di esposizione" e "valori di azione".

VALORI LIMITE DI ESPOSIZIONE (ART. 208, COMMA 1).

| INTERVALLO DI FREQUENZA | DENSITA' DI CORRENTE PER CORPO E TRONCO J(mA/m ²)(rms) | SAR MEDIATO SUL CORPO INTERO (W/kg) | SAR LOCALIZZATO (CORPO E TRONCO) (W/kg) | SAR LOCALIZZATO (ARTI) (W/kg) | DENSITA' DI POTENZA (W/m ²) |
|-------------------------|---|--|--|----------------------------------|--|
| Fino a 1 Hz | 40 | / | / | / | / |
| 1_4 Hz | 40/f | / | / | / | / |
| 4_1000 Hz | 10 | / | / | / | / |
| 1000 Hz_100 kHz | f/100 | / | / | / | / |
| 100 kHz_10 MHz | f/100 | 0,4 | 10 | 20 | / |
| 10 MHz_10GHz | / | 0,4 | 10 | 20 | / |

| | | | | | |
|------------|---|---|---|---|----|
| 10_300 GHz | / | / | / | / | 50 |
|------------|---|---|---|---|----|

- Valori limite di esposizione:** limiti all'esposizione a campi elettromagnetici che sono basati direttamente sugli effetti sulla salute accertati e su considerazioni biologiche. Il rispetto di questi limiti garantisce che i lavoratori esposti ai campielettromagnetici sono protetti contro tutti gli effetti nocivi per la salute conosciuti. Poiché per specificare i valori limite di esposizione sono utilizzate grandezze fisiche la cui intensità si intende valutata internamente al corpo.
- f è la frequenza in Hertz.

VALORI DI AZIONE (ART. 208, COMMA 2)

| INTERVALLO DI FREQUENZA | INTENSITA' DI CAMPO ELETTRICO E (V/m) | INTENSITA' DI CAMPO MAGNETICO H (A/m) | INDUZIONE MAGNETICA B (μT) | DENSITA' DI POTENZA DI ONDA PIANA Seq(W/m ²) | CORRENTE DI CONTATTO I _c (mA) | CORRENTE INDOTTA ATTRAVERSO GLI ARTI I _L (mA) |
|-------------------------|---------------------------------------|--|-------------------------------------|--|--|--|
| 0 Hz – 1 Hz | / | 1,63 x 10 ⁵ | 2x10 ⁵ | / | 1,0 | / |
| 1 Hz – 8 Hz | 20000 | 1,63 x 10 ⁵ /f ² | 2 x 10 ⁵ /f ² | / | 1,0 | / |
| 8 Hz – 25 Hz | 20000 | 2x10 ⁴ /f | 2,5x10 ⁴ /f | / | 1,0 | / |
| 0,025 kHz – 0,82 kHz | 500/f | 20/f | 25/f | / | 1,0 | / |
| 0,82 kHz – 2,5 kHz | 610 | 24,4 | 30,7 | / | 1,0 | / |
| 2,5 kHz – 65 kHz | 610 | 24,4 | 30,7 | / | 0,4f | / |
| 65 kHz – 100 kHz | 610 | 1600/f | 2000/f | / | 0,4f | / |
| 0,1 MHz – 1 MHz | 610 | 1,6/f | 2/f | / | 40 | / |
| 1 MHz – 10 MHz | 610/f | 1,6/f | 2/f | / | 40 | / |
| 10 MHz – 110 MHz | 61 | 0,16 | 0,2 | 10 | 40 | 100 |
| 110 MHz – 400 MHz | 61 | 0,16 | 0,2 | 10 | / | / |
| 400 MHz – 2000 MHz | 3 f ^{1/2} | 0,008f ^{1/2} | 0,01f ^{1/2} | f/40 | / | / |
| 2 GHz – 300 GHz | 137 | 0,36 | 0,45 | 50 | / | / |

- Valori di azione:** l'entità dei parametri direttamente misurabili, espressi in termini di intensità di campo elettrico (E), intensità di campo magnetico (H), induzione magnetica (B) e densità di potenza (S), che determina l'obbligo di adottare una o più delle misure specificate nella presente direttiva. Il rispetto di questi valori assicura il rispetto dei pertinenti valori limite di esposizione.
- f è la frequenza espressa nelle unità indicate nella colonna relativa all'intervallo di frequenza.

Al fine di determinare un'esposizione complessiva causata da differenti sorgenti a frequenze diverse, si deve procedere ad una corposa post-analisi dei dati relativi alle misurazioni svolte. Nel caso di esposizioni a frequenze diverse, si adottano metodi appropriati di valutazione, tenendo conto delle norme armonizzate europee. Il documento ICNIRP "Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)" descrive una metodologia utile a tale scopo. Si fa presente che i limiti proposti dal decreto (che sono l'esatta replica di quelli prescritti dalla direttiva 2004/40/CE) sono gli stessi proposti da ICNIRP nel citato documento e pertanto risulta naturale fare riferimento a quest'ultimo anche per la valutazione dell'esposizione simultanea a frequenze diverse.

Tali linee guida I.C.N.I.R.P. costituiscono, un riferimento essenziale citato nel Documento congiunto

ISPESL-ISS, nel quale i due Istituti chiariscono il punto di vista comune nei riguardi delle problematiche sanitarie ed ambientali connesse all'utilizzo dei campi elettromagnetici nel campo di frequenze da 0 Hz a 300 GHz.

Le tecniche di misurazione e di rilevamento dei livelli di esposizione da adottare sono quelle indicate nella norma CEI 211-6 del 2001-01 per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenze tra 0 Hz a 10 kHz e nella norma CEI 211-7 del 2001-01 per la valutazione dei campi elettromagnetici nell'intervallo di frequenze tra 10 kHz a 300GHz.

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 (μ 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:

- Il cavidotto in MT di collegamento tra gli aerogeneratori;
- Il cavidotto in MT di collegamento tra gli aerogeneratori e le cabine di raccolta;
- Il cavidotto in MT di collegamento tra le cabine di raccolte e la stazione elettrica 30/150 kV;
- Le cabine di raccolta dell'impianto eolico;
- La sezione in media ed alta tensione all'interno della stazione elettrica 30/150 kV;
- Il cavidotto in AT di collegamento tra la stazione elettrica 30/150 kV di utenza e la stazione RTN.

4.2 Linee di distribuzione in MT

Gli aerogeneratori saranno connessi tra di loro da una rete di distribuzione in cavo interrato esercita in media tensione a 30 kV, costituente il collegamento interno.

Il gruppo di aerogeneratori dell'impianto saranno connessi alla stazione elettrica 30/150 kV di utenza attraverso una rete di distribuzione in media tensione a 30 kV, costituente il collegamento esterno.

I cavi MT utilizzati per le linee elettriche interrate saranno del tipo unipolare ARE4H5E – $U_0/U_m = 18/30$

| | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|
|  TENPROJECT | RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO | Codice | 1459-PD_A_IE-SIA01_REL_r00 |
| | | Revisione | 00 |
| | | Data di creazione | 20/05/2021 |
| | | Data ultima modif. | --/------ |
| | | Pagina | 13 di 54 |

kV – con conduttore in alluminio di sezioni 95 mm², 240 mm² e 630 mm², con schermo in tubo Al, isolante XLPE, rivestimento esterno in guaina.

I cavi previsti sono destinati a sistemi elettrici di distribuzione con U₀/U_m=18/30 kV e tensione massima U_m=36 kV, sigla di designazione ARE4H5E.

La sezione dei singoli cavi componenti le terne, presenta le seguenti caratteristiche dimensionali:

Tabella 3 Caratteristiche dimensionale ed elettriche dei cavi MT.

| Sezione conduttore | Diametro conduttore | Spessore Isolante | Diametro cavo | Portata al limite termico |
|--------------------|---------------------|-------------------|---------------|---------------------------|
| [mm ²] | [mm] | [mm] | [mm] | [A] |
| 3x1x95 | 11,4 | 8 | 36,6 | 252 |
| 3x1x185 | 15,8 | 8 | 41,4 | 364 |
| 3x1x240 | 18,2 | 8 | 44,1 | 422 |
| 3x1x630 | 30,5 | 8 | 58,7 | 703 |

4.2 Cabina di raccolta dell'impianto

All'interno della cabina di raccolta dell'impianto sono presenti le apparecchiature di media tensione (quadri MT), per la protezione ed il sezionamento delle linee elettriche, che collegano il parco eolico alla cabina ed alla stazione elettrica, il quadro di bassa tensione ed il trasformatore per i servizi ausiliari.

4.3 Stazione elettrica di utenza 30/150 kV

La stazione elettrica 30/150 kV di utenza sarà costituita da un'area chiusa composta da:

- Locale BT;
- Locale MT (contenente i quadri MT) con una sezione di arrivo MT dall'impianto eolico;
- Locale trasformatore dei servizi ausiliari;
- Locale gruppo elettrogeno;
- locale TLC;
- Locale Misure;
- Locale GE;

Una sezione di trasformazione MT/AT ed una sezione di partenza in AT per la consegna dell'energia prodotta alla Rete di Trasmissione Nazionale.

4.4 Quadri MT stazione elettrica 30/150 kV

All'interno del locale MT sono ubicati i quadri in MT, per la protezione ed il sezionamento delle linee elettriche in arrivo dall'impianto fotovoltaico e in partenza verso il trasformatore di potenza AT/MT.

4.5 Cavidotto 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:

| | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|
|  TENPROJECT | RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO | Codice | 1459-PD_A_IE-SIA01_REL_r00 |
| | | Revisione | 00 |
| | | Data di creazione | 20/05/2021 |
| | | Data ultima modif. | --/--/---- |
| | | Pagina | 14 di 54 |

Tabella 4 Caratteristiche dimensionale ed elettriche del cavo AT .

| Sezione conduttore | Diametro conduttore | Diametro cavo | Tipologia | Portata |
|---------------------------|----------------------------|----------------------|------------------|----------------|
| [mm²] | [mm] | [mm] | | [A] |
| 3x1x1600 | 45.2 | 108 | Unipolare | 1060 |

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 μ_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 terna.

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.

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:

λ = densità lineare di carica sul conduttore

ϵ_0 = permittività del vuoto

d = distanza del conduttore rettilineo dal punto di calcolo

u_r = versore unitario con direzione radiale al conduttore

| | | | |
|---|--|--|--|
|  TENPROJECT | RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO | Codice Revisione Data di creazione Data ultima modif. Pagina | 1459-PD_A_IE-SIA01_REL_r00 00 20/05/2021 --/--/---- 18 di 54 |
|---|--|--|--|

7 LINEA IN CAVO INTERRATO IN MEDIA TENSIONE

7.1 Determinazione dei campi magnetici

Per la realizzazione dei cavidotti di collegamento, sono stati considerati tutti gli accorgimenti che consentono la minimizzazione degli effetti elettromagnetici sull'ambiente e sulle persone. In particolare, la scelta di operare con linee in MT interrate permette di eliminare la componente elettrica del campo, grazie all'effetto schermante del terreno; inoltre la limitata distanza tra i cavi (ulteriormente ridotta grazie all'impiego di terne cosiddette "a trifoglio") fa sì che l'induzione magnetica risulti significativa solo in prossimità dei cavi.

Le simulazioni di seguito elencate, rappresentano le condizioni peggiori del calcolo della DPA dell'intero impianto, in quanto le simulazioni sono state effettuate considerando il maggiore numero di terne e la maggiore sezione dei conduttori.

In particolare sia per il cavidotto interno che per il cavidotto esterno, come condizione peggiorativa ai fini del calcolo della DPA si sono determinate le seguenti simulazioni:

In dettaglio saranno simulati i seguenti tratti di cavidotto alla tensione nominale di 30 kV:

- **S1:** una terna di conduttori disposti a trifoglio di sezione 95 mm² percorsa da corrente massima pari a 252 A ed interrata ad una profondità di 1,2 m;
- **S2:** una terna di conduttori di sezione 95 mm² ed una terna di sezione 240 mm², disposti a trifoglio, percorse rispettivamente da corrente massima pari a 252 A e 422 A ed interrate ad una profondità di 1,2 m;
- **S3:** tre terne di conduttori disposti a trifoglio di sezione 95 mm², 240 mm² e 185 mm² percorse rispettivamente da corrente massima pari a 252 A e 422 A e 364 A ed interrate ad una profondità di 1,2 m;
- **S4:** una terna di conduttori di sezione 240 mm² ed una terna di sezione 630 mm², disposti a trifoglio, percorse rispettivamente da corrente massima pari a 422 A e 703 A ed interrate ad una profondità di 1,2 m;
- **S5:** una terna di conduttori di sezione 95 mm² ed una terna di sezione 185 mm², disposti a trifoglio, percorse rispettivamente da corrente massima pari a 252 A e 364 A ed interrate ad una profondità di 1,2 m;
- **S6:** due terne di conduttori di sezione 630 mm², disposti a trifoglio, percorse da corrente massima pari a 703 A ed interrate ad una profondità di 1,2 m;
- **S7:** una terna di conduttori disposti a trifoglio di sezione 630 mm² percorsa da corrente massima pari a 703 A ed interrata ad una profondità di 1,2 m;
- **S8:** una terna di conduttori disposti a trifoglio di sezione 185 mm² percorsa da corrente massima pari a 364 A ed interrata ad una profondità di 1,2 m;

Più precisamente, i risultati di seguito riportati illustrano 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.

In particolare, nel caso in cui il limite di 3 μT venga raggiunto ad una distanza dall'asse dei conduttori espressa in frazioni decimali, verrà fatto un arrotondamento per eccesso rispetto all'intero superiore o inferiore, quindi la DPA verrà stimata rispetto alla distanza approssimata.

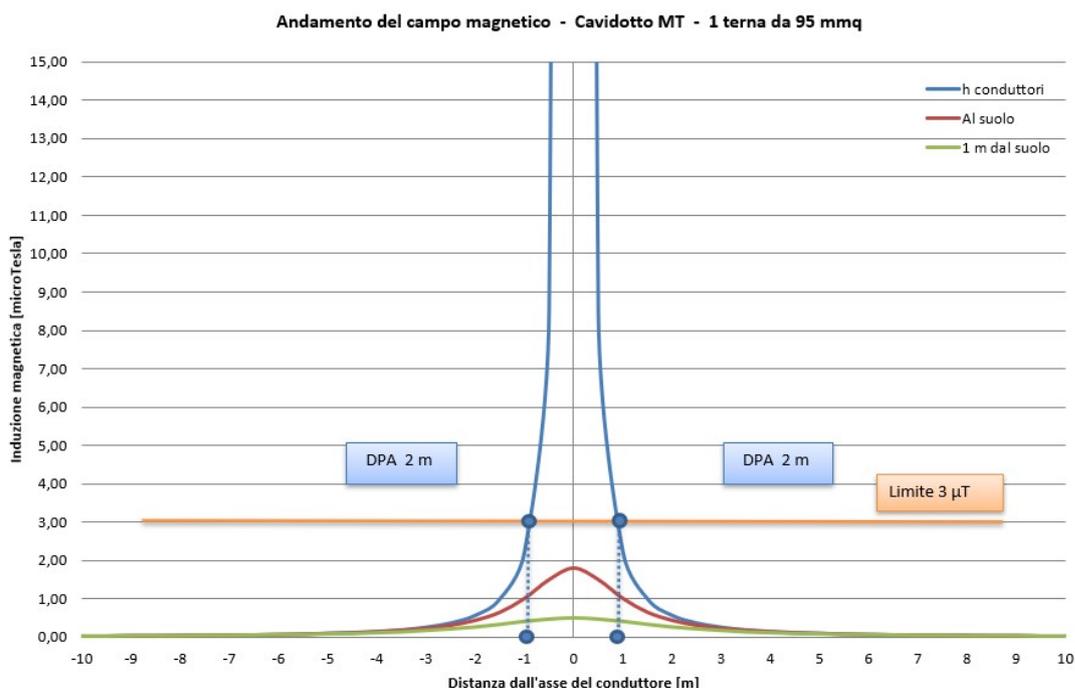
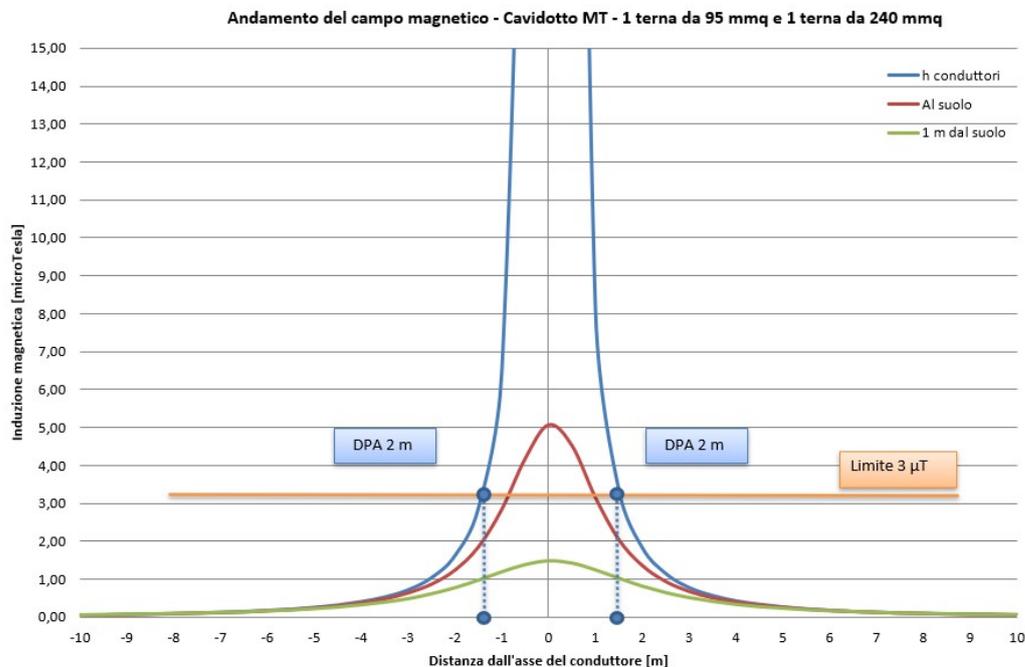


Figura 1 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S1.

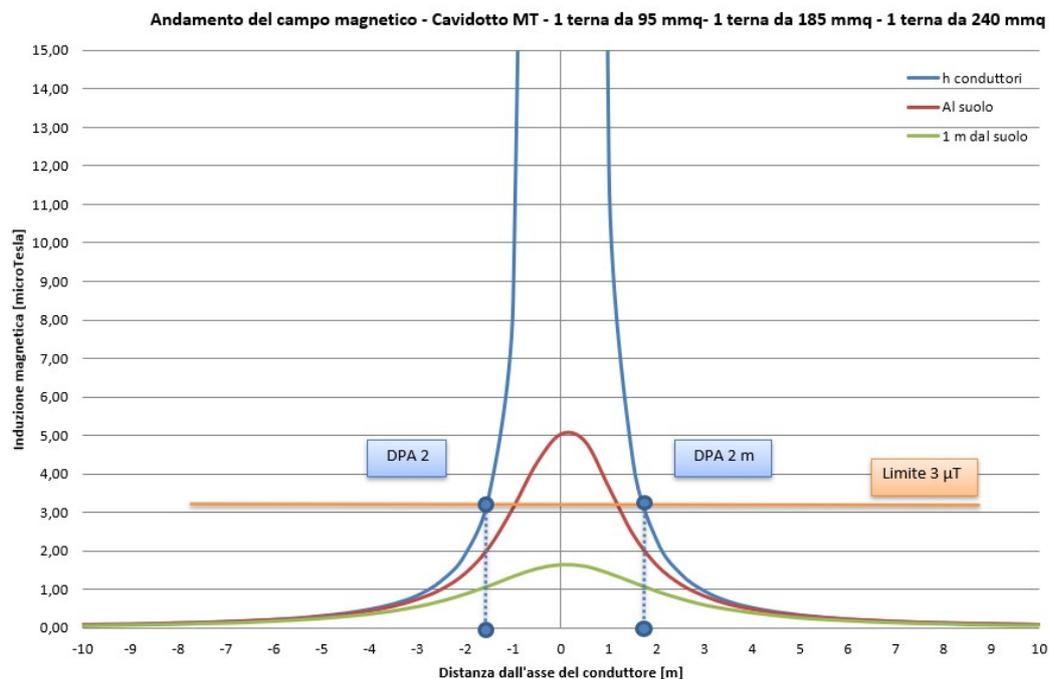
| <i>Distanza dai cavi [m]</i> | <i>Altezza conduttori [μT]</i> | <i>Al suolo [μT]</i> | <i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i> |
|------------------------------|--|--|--|
| -10,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |
| -9,00 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| -8,00 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| -7,00 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |
| -6,00 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| -5,00 | 0,09 | 0,09 | 0,08 |
| -4,00 | 0,14 | 0,13 | 0,11 |
| -3,00 | 0,25 | 0,22 | 0,17 |
| -2,00 | 0,56 | 0,43 | 0,26 |
| -1,00 | 2,22 | 1,00 | 0,41 |
| 0,00 | 156,58 | 1,79 | 0,50 |
| 1,00 | 2,22 | 1,00 | 0,41 |
| 2,00 | 0,56 | 0,43 | 0,26 |
| 3,00 | 0,25 | 0,22 | 0,17 |
| 4,00 | 0,14 | 0,13 | 0,11 |
| 5,00 | 0,09 | 0,09 | 0,08 |
| 6,00 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| 7,00 | 0,05 | 0,04 | 0,04 |

| | | | |
|-------|------|------|------|
| 8,00 | 0,04 | 0,03 | 0,03 |
| 9,00 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| 10,00 | 0,02 | 0,02 | 0,02 |

Tabella 5 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S1.

Figura 2 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S2.

| <i>Distanza dai cavi [m]</i> | <i>Altezza conduttori [µT]</i> | <i>Al suolo [µT]</i> | <i>Ad 1 m dal suolo [µT]</i> |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------|
| -10,00 | 0,07 | 0,07 | 0,06 |
| -9,00 | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
| -8,00 | 0,11 | 0,10 | 0,09 |
| -7,00 | 0,14 | 0,13 | 0,11 |
| -6,00 | 0,19 | 0,18 | 0,15 |
| -5,00 | 0,27 | 0,25 | 0,20 |
| -4,00 | 0,42 | 0,39 | 0,29 |
| -3,00 | 0,73 | 0,65 | 0,44 |
| -2,00 | 1,63 | 1,25 | 0,69 |
| -1,00 | 6,46 | 2,85 | 1,07 |
| 0,00 | 66,31 | 5,08 | 1,32 |
| 1,00 | 8,10 | 3,16 | 1,09 |
| 2,00 | 1,84 | 1,37 | 0,71 |
| 3,00 | 0,79 | 0,69 | 0,45 |
| 4,00 | 0,44 | 0,41 | 0,29 |
| 5,00 | 0,28 | 0,27 | 0,20 |
| 6,00 | 0,19 | 0,19 | 0,15 |
| 7,00 | 0,14 | 0,14 | 0,11 |
| 8,00 | 0,11 | 0,11 | 0,09 |
| 9,00 | 0,09 | 0,08 | 0,07 |

| | | | |
|-------|------|------|------|
| 10,00 | 0,07 | 0,07 | 0,06 |
|-------|------|------|------|

Tabella 6 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S2.

Figura 3 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S3.

| <i>Distanza dai cavi [m]</i> | <i>Altezza conduttori [µT]</i> | <i>Al suolo [µT]</i> | <i>Ad 1 m dal suolo [µT]</i> |
|------------------------------|--------------------------------|----------------------|------------------------------|
| -10,00 | 0,08 | 0,08 | 0,07 |
| -9,00 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| -8,00 | 0,12 | 0,12 | 0,11 |
| -7,00 | 0,16 | 0,15 | 0,14 |
| -6,00 | 0,21 | 0,21 | 0,19 |
| -5,00 | 0,31 | 0,29 | 0,26 |
| -4,00 | 0,48 | 0,44 | 0,37 |
| -3,00 | 0,84 | 0,74 | 0,56 |
| -2,00 | 1,91 | 1,42 | 0,88 |
| -1,00 | 8,54 | 3,13 | 1,33 |
| 0,00 | 237,36 | 5,05 | 1,63 |
| 1,00 | 11,99 | 3,66 | 1,41 |
| 2,00 | 2,27 | 1,63 | 0,95 |
| 3,00 | 0,95 | 0,82 | 0,60 |
| 4,00 | 0,52 | 0,48 | 0,40 |
| 5,00 | 0,33 | 0,31 | 0,27 |
| 6,00 | 0,22 | 0,22 | 0,20 |
| 7,00 | 0,16 | 0,16 | 0,15 |
| 8,00 | 0,13 | 0,12 | 0,12 |
| 9,00 | 0,10 | 0,10 | 0,09 |
| 10,00 | 0,08 | 0,08 | 0,08 |

Tabella 7 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S3.

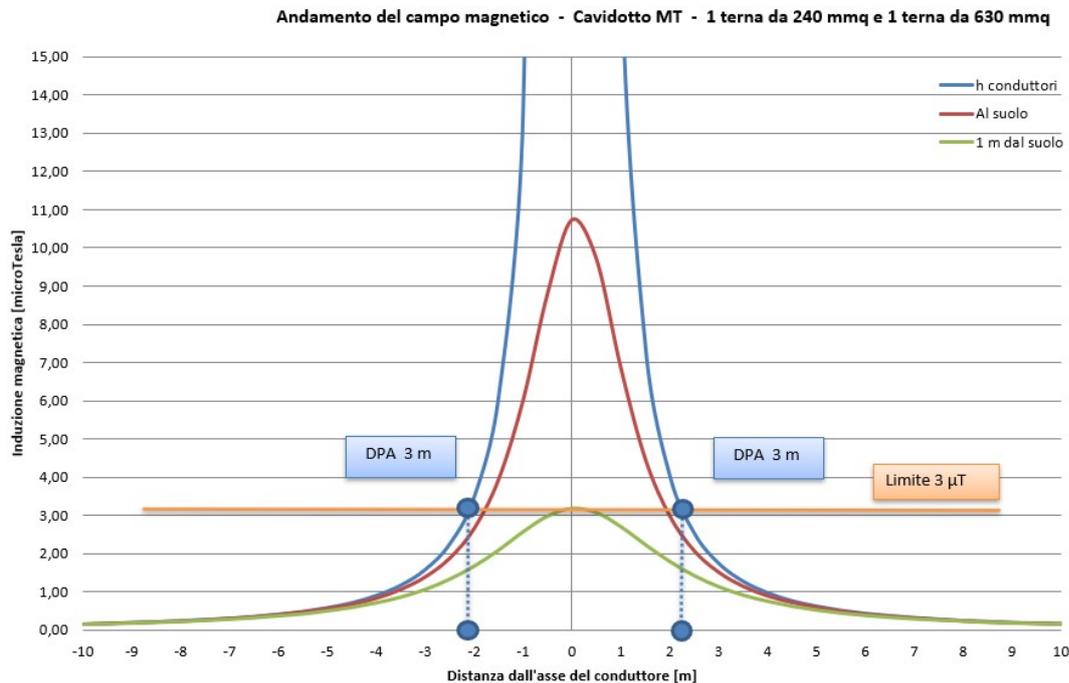


Figura 4 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S4.

| <i>Distanza dai cavi [m]</i> | <i>Altezza conduttori [μT]</i> | <i>Al suolo [μT]</i> | <i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i> |
|------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| -10,00 | 0,14 | 0,14 | 0,06 |
| -9,00 | 0,18 | 0,18 | 0,07 |
| -8,00 | 0,23 | 0,22 | 0,09 |
| -7,00 | 0,29 | 0,29 | 0,12 |
| -6,00 | 0,40 | 0,39 | 0,16 |
| -5,00 | 0,57 | 0,55 | 0,22 |
| -4,00 | 0,89 | 0,82 | 0,32 |
| -3,00 | 1,57 | 1,38 | 0,49 |
| -2,00 | 3,47 | 2,65 | 0,78 |
| -1,00 | 13,58 | 6,01 | 1,17 |
| 0,00 | 132,66 | 10,74 | 1,33 |
| 1,00 | 18,11 | 6,84 | 1,02 |
| 2,00 | 4,02 | 2,97 | 0,65 |
| 3,00 | 1,73 | 1,50 | 0,41 |
| 4,00 | 0,96 | 0,88 | 0,28 |
| 5,00 | 0,61 | 0,58 | 0,19 |
| 6,00 | 0,42 | 0,40 | 0,14 |
| 7,00 | 0,31 | 0,30 | 0,11 |
| 8,00 | 0,23 | 0,23 | 0,09 |
| 9,00 | 0,18 | 0,18 | 0,07 |
| 10,00 | 0,15 | 0,15 | 0,06 |

Tabella 8 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S4.

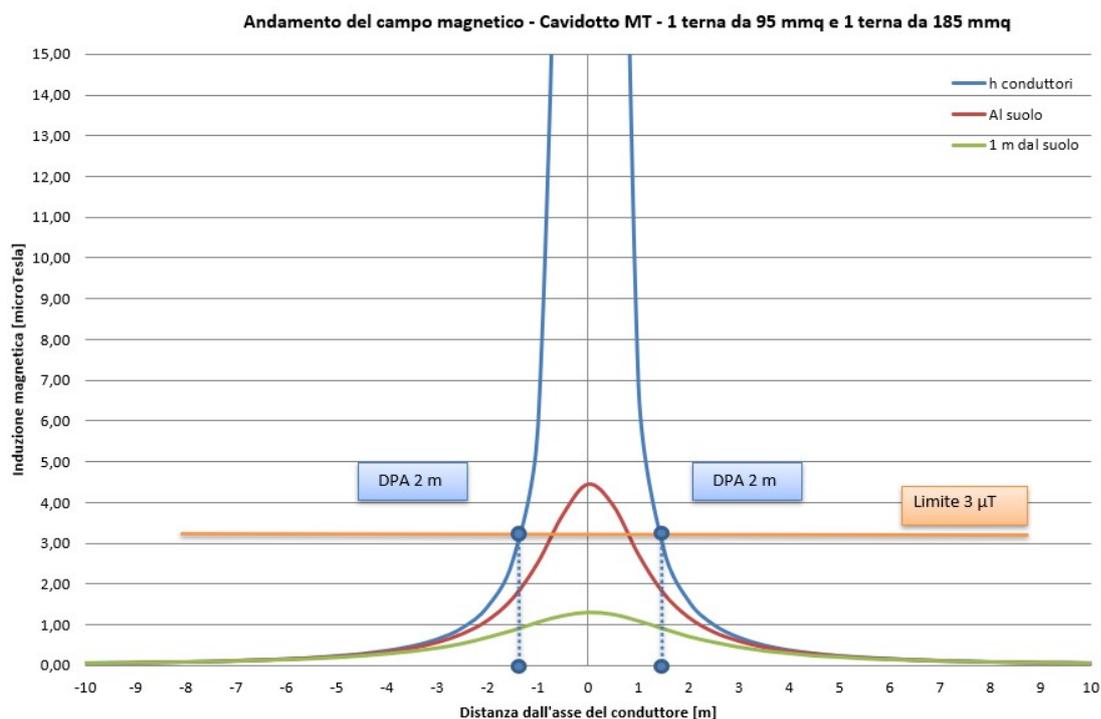


Figura 5 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S5.

| <i>Distanza dai cavi [m]</i> | <i>Altezza conduttori [μT]</i> | <i>Al suolo [μT]</i> | <i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i> |
|------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| -10,00 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |
| -9,00 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| -8,00 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| -7,00 | 0,12 | 0,12 | 0,11 |
| -6,00 | 0,16 | 0,16 | 0,15 |
| -5,00 | 0,24 | 0,22 | 0,20 |
| -4,00 | 0,37 | 0,34 | 0,29 |
| -3,00 | 0,65 | 0,57 | 0,44 |
| -2,00 | 1,45 | 1,11 | 0,69 |
| -1,00 | 5,85 | 2,53 | 1,07 |
| 0,00 | 51,30 | 4,45 | 1,32 |
| 1,00 | 6,85 | 2,72 | 1,09 |
| 2,00 | 1,58 | 1,18 | 0,71 |
| 3,00 | 0,69 | 0,60 | 0,45 |
| 4,00 | 0,38 | 0,35 | 0,29 |
| 5,00 | 0,24 | 0,23 | 0,20 |
| 6,00 | 0,17 | 0,16 | 0,15 |
| 7,00 | 0,12 | 0,12 | 0,11 |
| 8,00 | 0,09 | 0,09 | 0,09 |
| 9,00 | 0,07 | 0,07 | 0,07 |
| 10,00 | 0,06 | 0,06 | 0,06 |

Tabella 9 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S5.

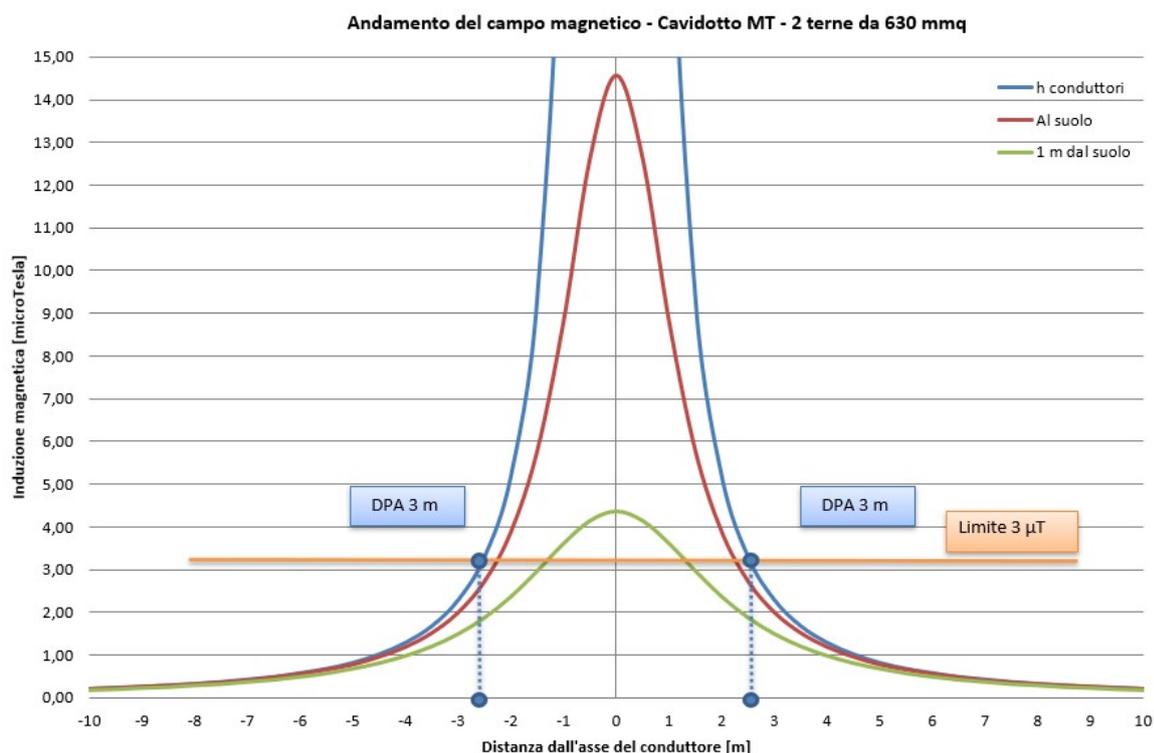


Figura 6 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S6.

| <i>Distanza dai cavi [m]</i> | <i>Altezza conduttori [μT]</i> | <i>Al suolo [μT]</i> | <i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i> |
|------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| -10,00 | 0,20 | 0,20 | 0,19 |
| -9,00 | 0,25 | 0,25 | 0,24 |
| -8,00 | 0,32 | 0,31 | 0,30 |
| -7,00 | 0,42 | 0,40 | 0,38 |
| -6,00 | 0,57 | 0,55 | 0,50 |
| -5,00 | 0,81 | 0,77 | 0,69 |
| -4,00 | 1,28 | 1,18 | 0,99 |
| -3,00 | 2,28 | 1,99 | 1,50 |
| -2,00 | 5,18 | 3,88 | 2,37 |
| -1,00 | 21,97 | 8,82 | 3,61 |
| 0,00 | 134,51 | 14,58 | 4,36 |
| 1,00 | 21,97 | 8,82 | 3,61 |
| 2,00 | 5,18 | 3,88 | 2,37 |
| 3,00 | 2,28 | 1,99 | 1,50 |
| 4,00 | 1,28 | 1,18 | 0,99 |
| 5,00 | 0,81 | 0,77 | 0,69 |
| 6,00 | 0,57 | 0,55 | 0,50 |
| 7,00 | 0,42 | 0,40 | 0,38 |
| 8,00 | 0,32 | 0,31 | 0,30 |
| 9,00 | 0,25 | 0,25 | 0,24 |
| 10,00 | 0,20 | 0,20 | 0,19 |

Tabella 10 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S6.

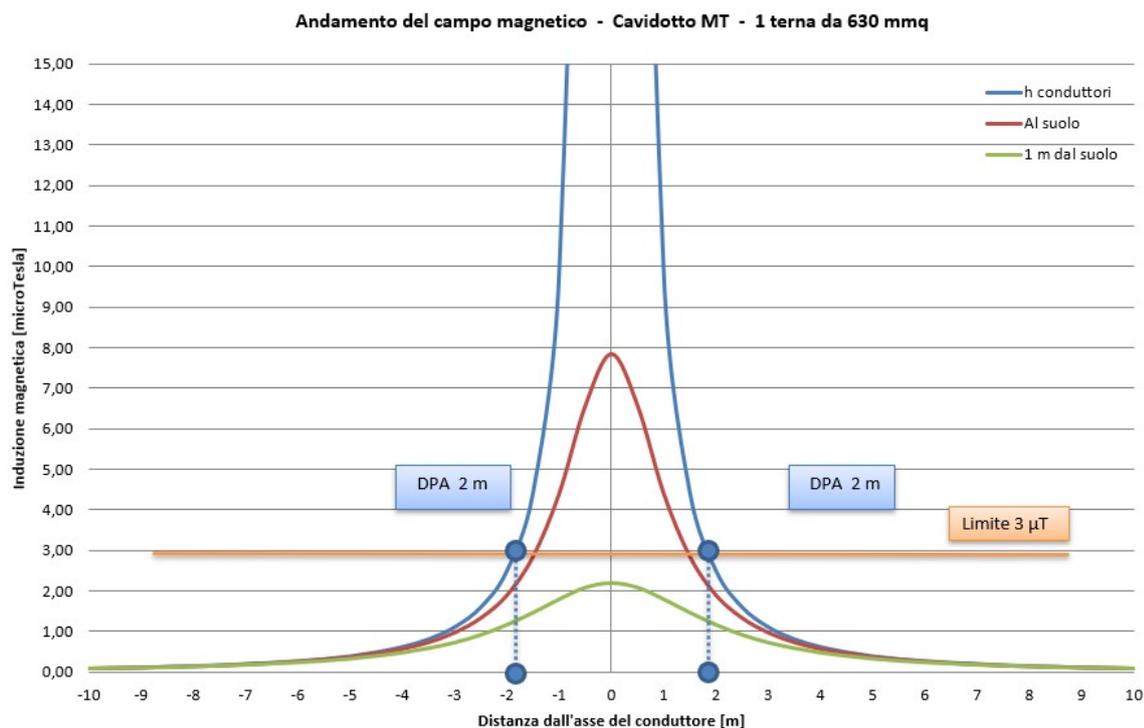


Figura 7 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S7.

| <i>Distanza dai cavi [m]</i> | <i>Altezza conduttori [μT]</i> | <i>Al suolo [μT]</i> | <i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i> |
|------------------------------|---|-------------------------------------|---|
| -10,00 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |
| -9,00 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| -8,00 | 0,16 | 0,15 | 0,15 |
| -7,00 | 0,21 | 0,20 | 0,19 |
| -6,00 | 0,28 | 0,27 | 0,25 |
| -5,00 | 0,40 | 0,38 | 0,34 |
| -4,00 | 0,63 | 0,58 | 0,49 |
| -3,00 | 1,12 | 0,98 | 0,74 |
| -2,00 | 2,51 | 1,90 | 1,18 |
| -1,00 | 9,89 | 4,40 | 1,81 |
| 0,00 | 589,31 | 7,83 | 2,21 |
| 1,00 | 9,89 | 4,40 | 1,81 |
| 2,00 | 2,51 | 1,90 | 1,18 |
| 3,00 | 1,12 | 0,98 | 0,74 |
| 4,00 | 0,63 | 0,58 | 0,49 |
| 5,00 | 0,40 | 0,38 | 0,34 |
| 6,00 | 0,28 | 0,27 | 0,25 |
| 7,00 | 0,21 | 0,20 | 0,19 |
| 8,00 | 0,16 | 0,15 | 0,15 |
| 9,00 | 0,12 | 0,12 | 0,12 |
| 10,00 | 0,10 | 0,10 | 0,10 |

Tabella 11 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S7.

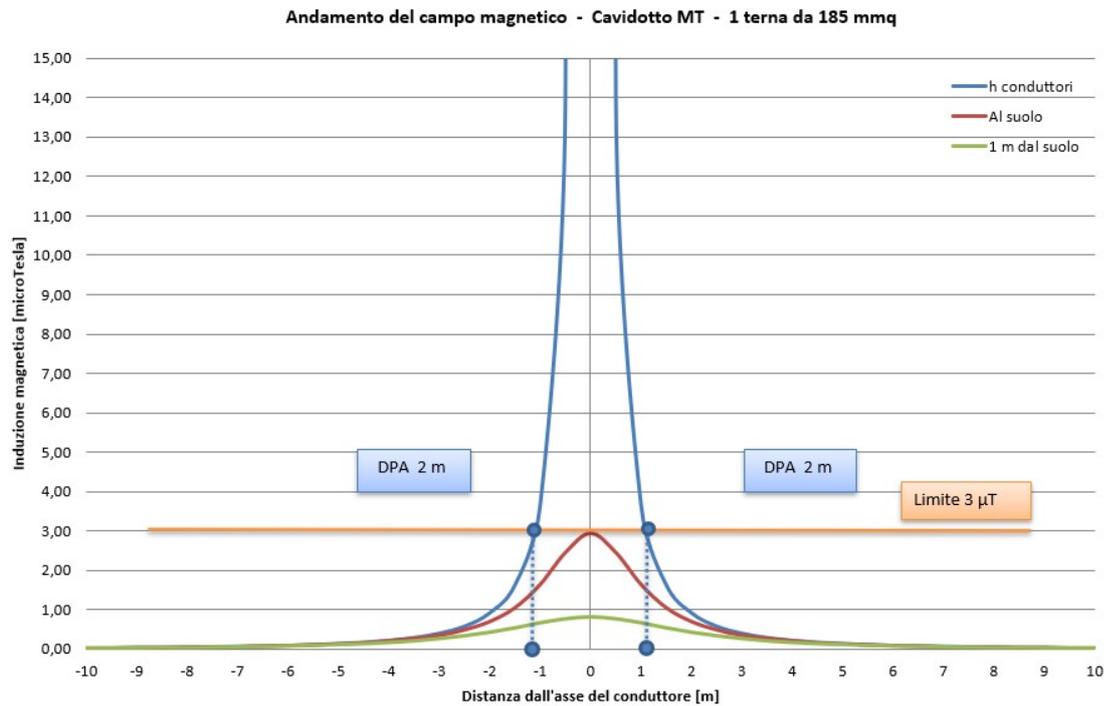


Figura 8 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica relativa alla simulazione S8.

| <i>Distanza dai cavi [m]</i> | <i>Altezza conduttori [μT]</i> | <i>Al suolo [μT]</i> | <i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i> |
|------------------------------|--|--------------------------------------|--|
| -10,00 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |
| -9,00 | 0,05 | 0,05 | 0,04 |
| -8,00 | 0,06 | 0,06 | 0,05 |
| -7,00 | 0,08 | 0,07 | 0,07 |
| -6,00 | 0,10 | 0,10 | 0,09 |
| -5,00 | 0,15 | 0,14 | 0,13 |
| -4,00 | 0,23 | 0,22 | 0,18 |
| -3,00 | 0,41 | 0,36 | 0,28 |
| -2,00 | 0,93 | 0,71 | 0,44 |
| -1,00 | 3,67 | 1,65 | 0,68 |
| 0,00 | 248,29 | 2,95 | 0,83 |
| 1,00 | 3,67 | 1,65 | 0,68 |
| 2,00 | 0,93 | 0,71 | 0,44 |
| 3,00 | 0,41 | 0,36 | 0,28 |
| 4,00 | 0,23 | 0,22 | 0,18 |
| 5,00 | 0,15 | 0,14 | 0,13 |
| 6,00 | 0,10 | 0,10 | 0,09 |
| 7,00 | 0,08 | 0,07 | 0,07 |
| 8,00 | 0,06 | 0,06 | 0,05 |
| 9,00 | 0,05 | 0,05 | 0,04 |
| 10,00 | 0,04 | 0,04 | 0,04 |

Tabella 12 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare relativa alla simulazione S8.

7.2 Determinazione della distanza di prima approssimazione (DPA)

Il calcolo della DPA per i cavidotti di collegamento in MT simulati si traduce 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 μ T. Si riportano nella seguente tabella le distanze di prima approssimazione per i tratti di cavidotto presi in esame:

Tabella 13- Distanza di prima approssimazione per cavidotti di collegamento del parco eolico.

| CASO DI STUDIO | N° TERNE | SEZIONI [mm ²] | TIPOLOGIA CAVO | TENSIONE [kV] | DPA [m] |
|----------------|----------|------------------------------|------------------|---------------|----------|
| S1 | 1 | 3x1x95 | Posa a trifoglio | 30 | 1 |
| S2 | 2 | 3x1x95 3x1x240 | Posa a trifoglio | 30 | 2 |
| S3 | 3 | 3x1x95 3x1x185 3x1x240 | Posa a trifoglio | 30 | 2 |
| S4 | 2 | 3x1x240 3x1x630 | Posa a trifoglio | 30 | 3 |
| S5 | 2 | 3x1x95 3x1x185 | Posa a trifoglio | 30 | 2 |
| S6 | 2 | 3x1x630 3x1x630 | Posa a trifoglio | 30 | 3 |
| S7 | 1 | 3x1x630 | Posa a trifoglio | 30 | 2 |
| S8 | 1 | 3x1x185 | Posa a trifoglio | 30 | 2 |

All'interno di tali aree ricadenti su strade esistenti non sono stati rinvenuti recettori sensibili.

In particolare nelle immagini successive, sono rappresentati alcuni eventuali recettori individuati lungo il percorso del cavidotto MT, i quali però risultano ubicati a una distanza dal cavidotto nettamente superiore rispetto alle DPA riportate nella Tabella 13.

RECETTORE 17

4,41



RECETTORE 18

13,12



Figura 9 Verifica posizionamento e distanza di recettori sensibili rispetto dal cavidotto MT di progetto.

Dati della ricerca

Catasto: **Fabbricati**
Comune di: **AVETRANA** Codice: **A514**
Foglio: **30** Particella: **415**
Immobili individuati: 1

Elenco Immobili

| | Foglio | Particella | Sub | Indirizzo | Zona cens | Categoria | Classe | Consistenza | Rendita | Partita | Altri Dati |
|----------------------------------|--------|------------|-----|---|-----------|-----------|--------|-------------|---------|---------|------------|
| <input checked="" type="radio"/> | 30 | 415 | 1 | AVETRANA CONTRADA CENTONZE, SNC Piano T | | F/2 | | | | | |

Dati della ricerca

Catasto: **Fabbricati**
Comune di: **AVETRANA** Codice: **A514**
Foglio: **30** Particella: **426**
Immobili individuati: 1

Elenco Immobili

| | Foglio | Particella | Sub | Indirizzo | Zona cens | Categoria | Classe | Consistenza | Rendita | Partita | Altri Dati |
|----------------------------------|--------|------------|-----|---|-----------|-----------|--------|-------------|---------|---------|------------|
| <input checked="" type="radio"/> | 30 | 426 | 1 | AVETRANA CONTRADA CENTONZE, SNC Piano T | | F/2 | | | | | |

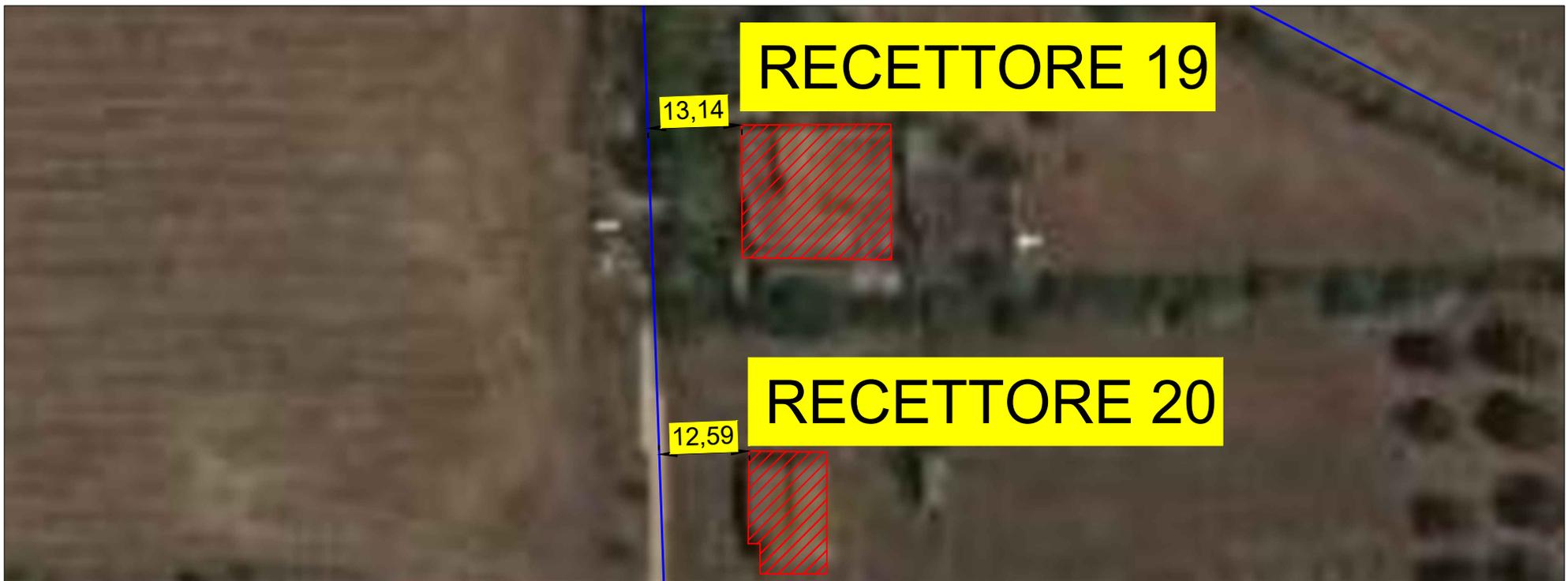


Figura 10 Verifica posizionamento e distanza di recettori sensibili rispetto dal cavidotto MT di progetto.

Dati della ricerca

Catasto: **Fabbricati**
 Comune di: **AVETRANA** Codice: **A514**
 Foglio: **30** Particella: **420**
 Immobili individuati: 1

Elenco Immobili

| | Foglio | Particella | Sub | Indirizzo | Zona cens | Categoria | Classe | Consistenza | Rendita | Partita | Altri Dati |
|----------------------------------|--------|------------|-----|---|-----------|-----------|--------|-------------|---------|---------|------------|
| <input checked="" type="radio"/> | 30 | 420 | 1 | AVETRANA CONTRADA CENTONZE, SNC Piano T | | F/2 | | | | | |

Dati della ricerca

Catasto: **Fabbricati**
 Comune di: **AVETRANA** Codice: **A514**
 Foglio: **30** Particella: **422**
 Immobili individuati: 1

Elenco Immobili

| | Foglio | Particella | Sub | Indirizzo | Zona cens | Categoria | Classe | Consistenza | Rendita | Partita | Altri Dati |
|----------------------------------|--------|------------|-----|---|-----------|-----------|--------|-------------|---------|---------|------------|
| <input checked="" type="radio"/> | 30 | 422 | 1 | AVETRANA CONTRADA CENTONZE, SNC Piano T | | F/2 | | | | | |

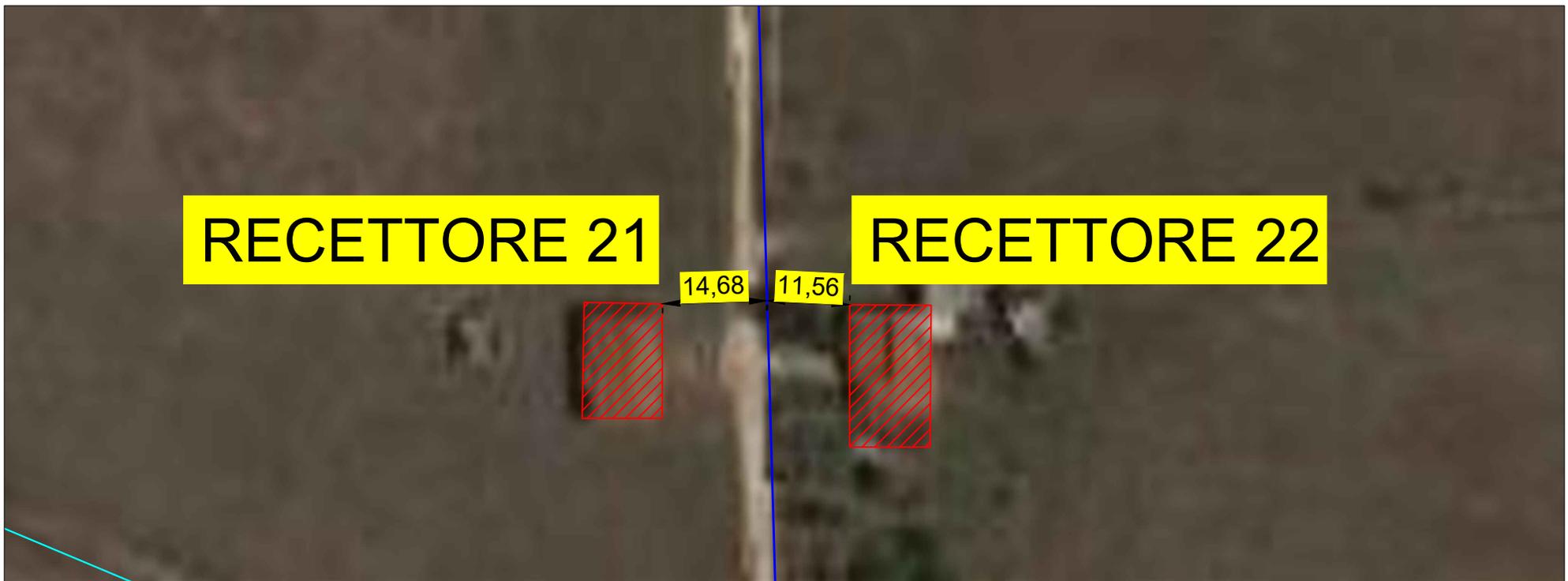


Figura 11 Verifica posizionamento e distanza di recettori sensibili rispetto dal cavidotto MT di progetto.

Dati della ricerca

Catasto: **Fabbricati**
 Comune di: **AVETRANA** Codice: **A514**
 Foglio: **30** Particella: **524**
 Immobili individuati: **1**

Elenco Immobili

| | Foglio | Particella | Sub | Indirizzo | Zona cens | Categoria | Classe | Consistenza | Rendita | Partita | Altri Dati ⓘ |
|----------------------------------|--------|------------|-----|--|-----------|-----------|--------|-------------|---------|---------|--------------|
| <input checked="" type="radio"/> | 30 | 524 | 1 | AVETRANA VIA DA DENOMINARE, SN Piano T | | F/2 | | | | | |

Dati della ricerca

Catasto: **Fabbricati**
 Comune di: **AVETRANA** Codice: **A514**
 Foglio: **30** Particella: **425**
 Immobili individuati: **2**

Elenco Immobili

| | Foglio | Particella | Sub | Indirizzo | Zona cens | Categoria | Classe | Consistenza | Rendita | Partita | Altri Dati ⓘ |
|-----------------------|--------|------------|-----|---|-----------|-----------|--------|-------------|-------------|---------|--------------|
| <input type="radio"/> | 30 | 425 | 1 | AVETRANA CONTRADA CENTONZE, SNC Piano T | | A/7 | U | 5,5 vani | Euro 553,90 | | |
| <input type="radio"/> | 30 | 425 | 2 | AVETRANA CONTRADA CENTONZE, SNC Piano T | | C/2 | 2 | 28 mq | Euro 52,06 | | |

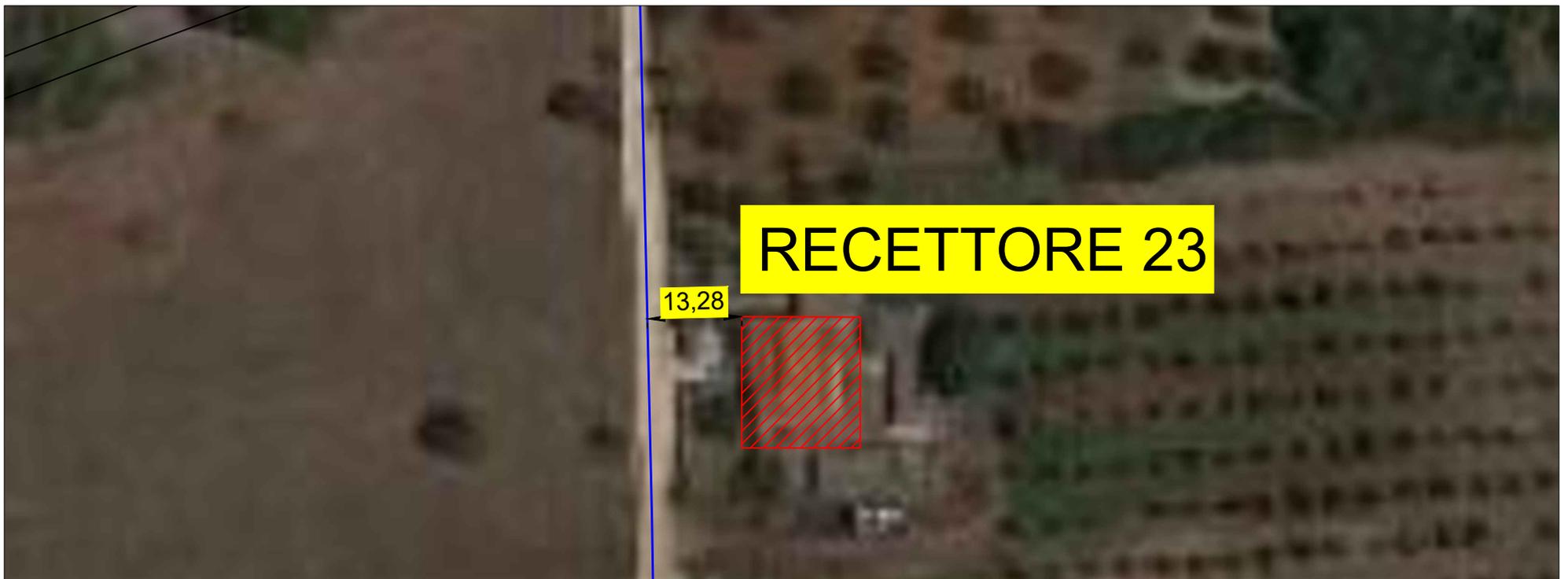


Figura 12 Verifica posizionamento e distanza di recettore sensibile rispetto dal cavidotto MT di progetto.

Dati della ricerca

Catasto: **Fabbricati**
 Comune di: **AVETRANA** Codice: **A514**
 Foglio: **30** Particella: **417**
 Immobili individuati: **1**

Elenco Immobili

| | Foglio | Particella | Sub | Indirizzo | Zona cens | Categoria | Classe | Consistenza | Rendita | Partita | Altri Dati ¹ |
|----------------------------------|--------|------------|-----|---|-----------|-----------|--------|-------------|---------|---------|-------------------------|
| <input checked="" type="radio"/> | 30 | 417 | | AVETRANA CONTRADA CENTONZE, SNC Piano T | | F/2 | | | | | |

RECETTORE 24

13,34



Figura 13 Verifica posizionamento e distanza di recettore sensibile rispetto dal cavidotto MT di progetto.

Dati della ricerca

Catasto: **Terreni**

Comune di: **AVETRANA** Codice: **A514**

Foglio: **30** Particella: **428**

Immobili individuati: **1**

Elenco Immobili

| | Foglio | Particella | Sub | Qualità | Classe | ha | are | ca | Reddito dominicale | Reddito agrario | Partita | Porzioni ¹ |
|---|--------|------------|-----|-------------|--------|----|-----|----|--------------------|-----------------|---------------------------------|-----------------------|
| ☉ | 30 | 428 | | ENTE URBANO | | 14 | 15 | | Euro: | | Area di enti urbani e promiscui | |



Figura 14 Verifica posizionamento e distanza di recettore sensibile rispetto dal cavidotto MT di progetto.

Dati della ricerca

Catasto: **Fabbricati**
 Comune di: **AVETRANA** Codice: **A514**
 Foglio: **30** Particella: **424**
 Immobili individuati: **1**

Elenco Immobili

| | Foglio | Particella | Sub | Indirizzo | Zona cens | Categoria | Classe | Consistenza | Rendita | Partita | Altri Dati |
|----------------------------------|--------|------------|-----|---|-----------|-----------|--------|-------------|-------------|---------|------------|
| <input checked="" type="radio"/> | 30 | 424 | 1 | AVETRANA CONTRADA CENTONZE, SNC Piano T | | A/4 | 3 | 5,5 vani | Euro 312,46 | | |

8. CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI AEROGENERATORI

8.1 Struttura aerogeneratore

Gli aerogeneratori possono essere fonte di interferenza elettromagnetica a causa della riflessione e della diffusione delle onde radio che investono la struttura. L'origine di disturbi elettromagnetici dovuti alla presenza di aerogeneratori è da ricercare nella interferenza delle pale (specialmente se in materiali metallici o riflettenti o se dotate di strutture metalliche all'interno) e dei sostegni con campi elettromagnetici, supporto di telecomunicazioni (televisione, segnali di ponti radio, mezzi di aiuto alla radionavigazione, ecc.).

Gli effetti di questo fenomeno possono essere studiati e calcolati facendo ricorso a modelli matematici predittivi che permettono di individuare, in maniera conservativa, la zona oltre la quale il rapporto tra segnale e disturbo è tale da non incidere sulla qualità del radioservizio. La misurazione degli effetti è possibile attraverso prove sperimentali.

Sulla base di quanto riportato a questo proposito in letteratura sulla caratterizzazione di macchine di media taglia, considerando che l'impianto è costituito da un solo aerogeneratore e che lo stesso non si frappone a ripetitori di segnali di telecomunicazione, si ritiene che il rischio di tali disturbi possa considerarsi irrilevante. Si consideri altresì che i moderni aerogeneratori utilizzano pale in materiale non metallico e antiriflettente, cosa che come detto riduce ulteriormente il disturbo.

8.2 Cabina di trasformazione MT/BT

Il sistema elettrico degli aerogeneratori è costituito da apparecchiature in bassa tensione collocati sulla navicella e cavi di bassa tensione che da quest'ultima raggiungono il trasformatore MT/BT. Per i cavi in BT non è applicabile la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (art. 3.2 DM 29/05/2008).

Il modello di aerogeneratore presente utilizzato è una Vestas V150 Altezza al mozzo 125 metri – Diametro 150 metri – Potenza unitaria 6,0 MW. Il modello prescelto è equipaggiato di un trasformatore MT/BT di potenza nominale pari a 7000 kVA presente a bordo della navicella dell'aerogeneratore. Quindi anche se il funzionamento del trasformatore MT/BT è causa di induzione magnetica che decresce rapidamente al crescere della distanza dal trasformatore, la sua ubicazione in navicella è tale da rendere inutile una sua valutazione in virtù dell'assenza di recettori sensibili presenti nelle sue vicinanze.

8.3 Impatto cumulativo linee interrrate

Il cavidotto esterno di collegamento dell'impianto eolico può incontrare lungo il suo percorso altri cavi in tensione, per cui è possibile incorrere in parallelismi con altri cavi in esercizio, in questo scenario ci saranno degli effetti cumulativi prodotti dal campo magnetico del cavidotto di progetto con il campo magnetico prodotto da altri cavi in tensione esistenti, effetti che potrebbe causare un incremento delle DPA rispetto a quelle valutate nella tabella 13. Ponendosi nello scenario peggiore possibile (es. parallelismo del cavidotto di progetto con un cavidotto in tensione AT esistente) la DPA potrebbe anche raddoppiare rispetto all'ipotesi di calcolo originaria, di seguito verranno rappresentate graficamente alcune delle ipotesi peggiori di impatto cumulativo sul cavidotto di progetto.

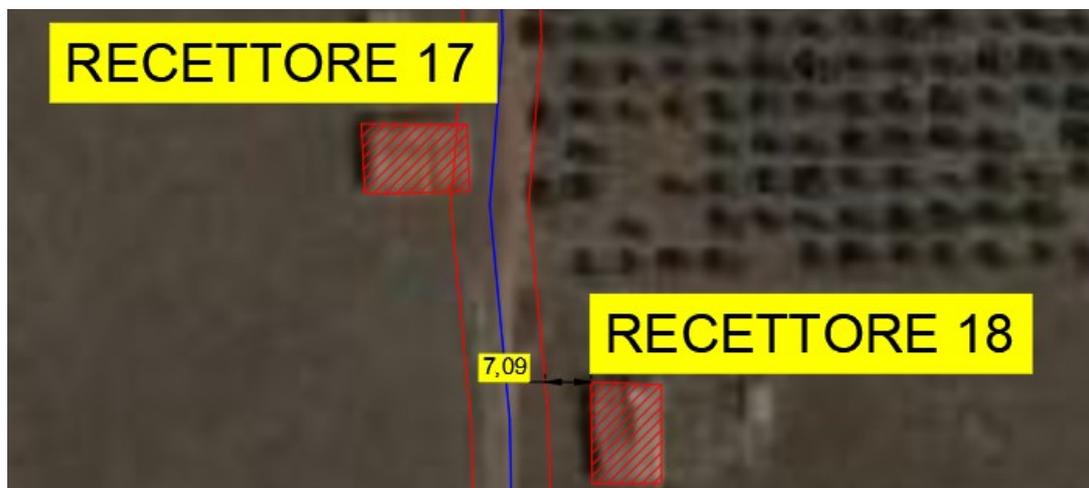


Figura 15 Verifica posizionamento recettori sensibili rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m

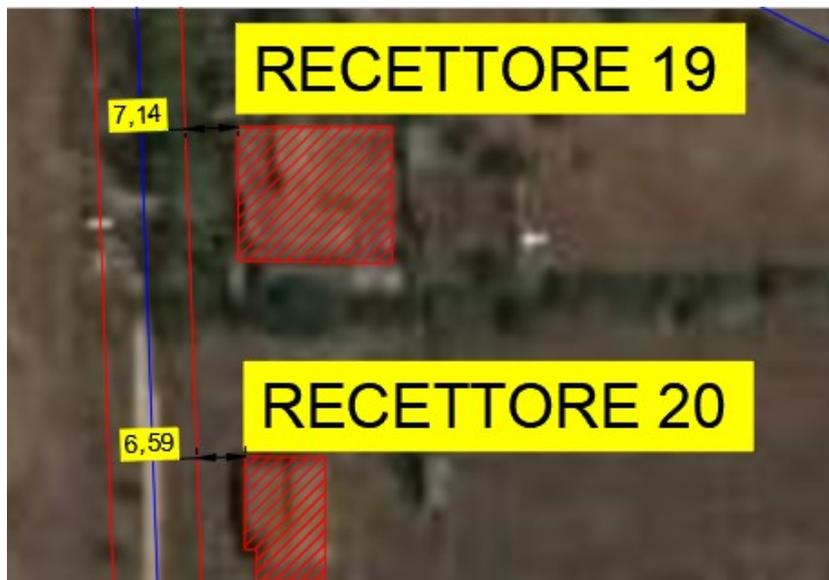


Figura 16 Verifica posizionamento recettori sensibili rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m



Figura 17 Verifica posizionamento recettori sensibili rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m



Figura 18 Verifica posizionamento recettore sensibile rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m



Figura 19 Verifica posizionamento recettore sensibile rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m



Figura 20 Verifica posizionamento recettore sensibile rispetto a una DPA del cavidotto considerata pari a 6 m

Analizzando le immagini sopra riportate, è facile constatare che anche considerando l'ipotesi peggiore di un raddoppio della DPA del cavidotto di collegamento esterno analizzata nel caso S6, ciò non comporta nessun nuovo cambiamento rispetto all'individuazione di nuovi recettori sensibili all'interno delle nuove fasce di rispetto maggiorate. È da evidenziare che il recettore n.17 ricadrebbe nella nuova DPA maggiorata, però ciò non rappresenta una criticità dato che il recettore in questione è accatastato come categoria F/2, ovvero unità immobiliare catalogabile come rudere, quindi non può essere considerato un recettore sensibile.

9 CABINA DI RACCOLTA DELL'IMPIANTO EOLICO

Per il calcolo del campo elettrico e magnetico, è sufficiente considerare una sola cabina di raccolta dato che le due presentano caratteristiche elettriche e geometriche identiche, in particolare il calcolo dei campi è stato effettuato sulle sbarre a 30 kV dei quadri in MT di una cabina singola. I parametri geometrici utilizzati per il calcolo risultano i seguenti:

- Altezza delle sbarre: 1.60 m;
- Distanza tra le sbarre: 0.3 m;

I parametri elettrici riportati nel software risultano, invece, i seguenti:

- Valore massimo della corrente che può transitare sulle sbarre a piena potenza alla tensione 30 kV: 630 A;
- Valore efficace della tensione fra conduttore e terra: 17341 V;

A favore della sicurezza, i valori di corrente utilizzati nella simulazione di calcolo sono quelli relativi alle correnti termiche nominali delle sbarre a 30 kV.

I valori di campo magnetico sono stati calcolati ad altezza conduttori, più precisamente, i risultati di

seguito riportati illustrano l'andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse delle sbarre e su di un asse ortogonale alle stesse.

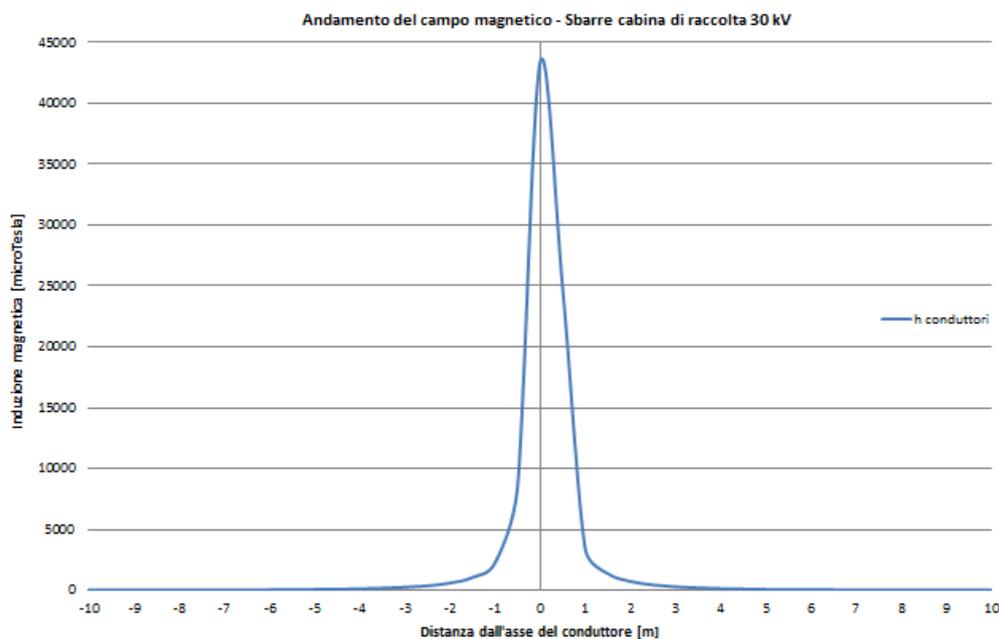


Figura 21 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica – sbarre MT cabina di raccolta dell'impianto.

| <i>Distanza dall'asse [m]</i> | <i>Valori di campo magnetico [μT]</i> |
|-------------------------------|---------------------------------------|
| | <i>Altezza conduttori</i> |
| -10,00 | 0,88 |
| -9,00 | 1,09 |
| -8,00 | 1,38 |
| -7,00 | 1,81 |
| -6,00 | 2,46 |
| -5,00 | 3,55 |
| -4,00 | 5,55 |
| -3,00 | 9,92 |
| -2,00 | 22,62 |
| -1,00 | 97,22 |
| 0,00 | 1766,69 |
| 1,00 | 97,22 |
| 2,00 | 22,62 |
| 3,00 | 9,92 |
| 4,00 | 5,55 |
| 5,00 | 3,55 |
| 6,00 | 2,46 |
| 7,00 | 1,81 |
| 8,00 | 1,38 |
| 9,00 | 1,09 |
| 10,00 | 0,88 |

Tabella 14 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma

tabellare – sbarre MT cabina di raccolta dell'impianto.

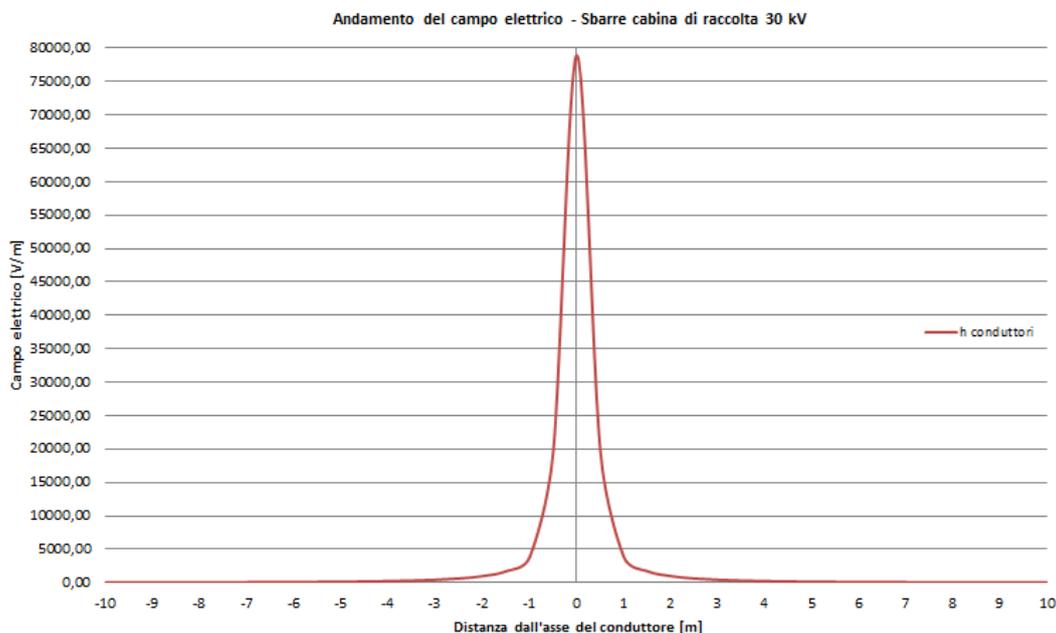


Figura 22 Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica – sbarre MT cabina di raccolta dell'impianto.

| <i>Distanza dall'asse [m]</i> | <i>Valori di campo elettrico [V/m]</i> |
|-------------------------------|--|
| | <i>Altezza conduttori</i> |
| 0,00 | 78830,00 |
| 0,50 | 19967,70 |
| 1,00 | 3841,60 |
| 1,50 | 1712,70 |
| 2,00 | 982,00 |
| 2,50 | 632,00 |
| 3,00 | 435,00 |
| 3,50 | 313,20 |
| 4,00 | 233,30 |
| 4,50 | 178,60 |
| 5,00 | 140,00 |
| 5,50 | 112,00 |
| 6,00 | 91,10 |
| 6,50 | 75,30 |
| 7,00 | 63,00 |
| 7,50 | 53,40 |
| 8,00 | 45,80 |
| 8,50 | 39,60 |
| 9,00 | 34,60 |
| 9,50 | 30,40 |
| 10,00 | 26,90 |

Tabella 15 Andamento del campo elettrico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare – sbarre MT cabina di raccolta dell'impianto.

Come si evince dalla simulazione del calcolo (figura 21 e tabella 14) i valori di campo magnetico ad altezza conduttori restano al di sotto dei $3 \mu\text{T}$ ad una distanza di circa 6 m dal muro perimetrale della cabina. Tale valore di induzione magnetica è indicato nel DPCM 08/07/2003 come obiettivo di qualità previsto per le 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.

La rappresentazione grafica delle DPA delle cabine di raccolta è riportata nelle figure 23 e 24.

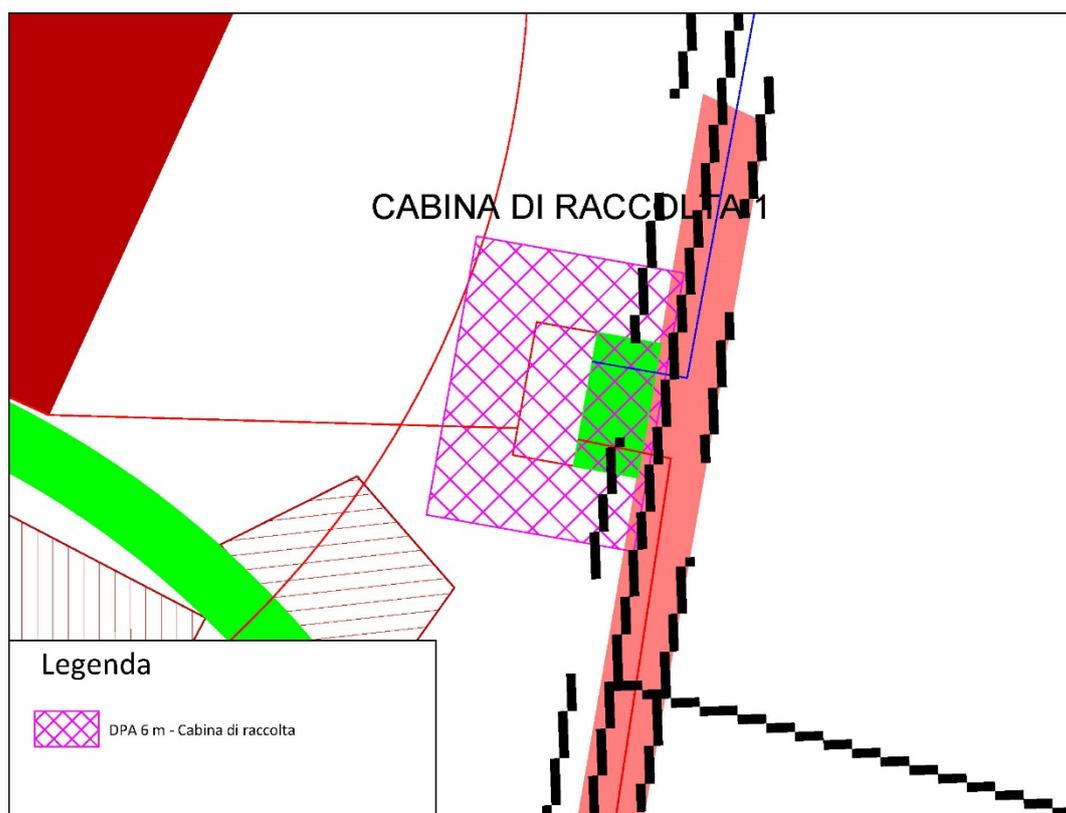


Figura 23 Rappresentazione grafica della DPA cabina di raccolta impianto eolico.

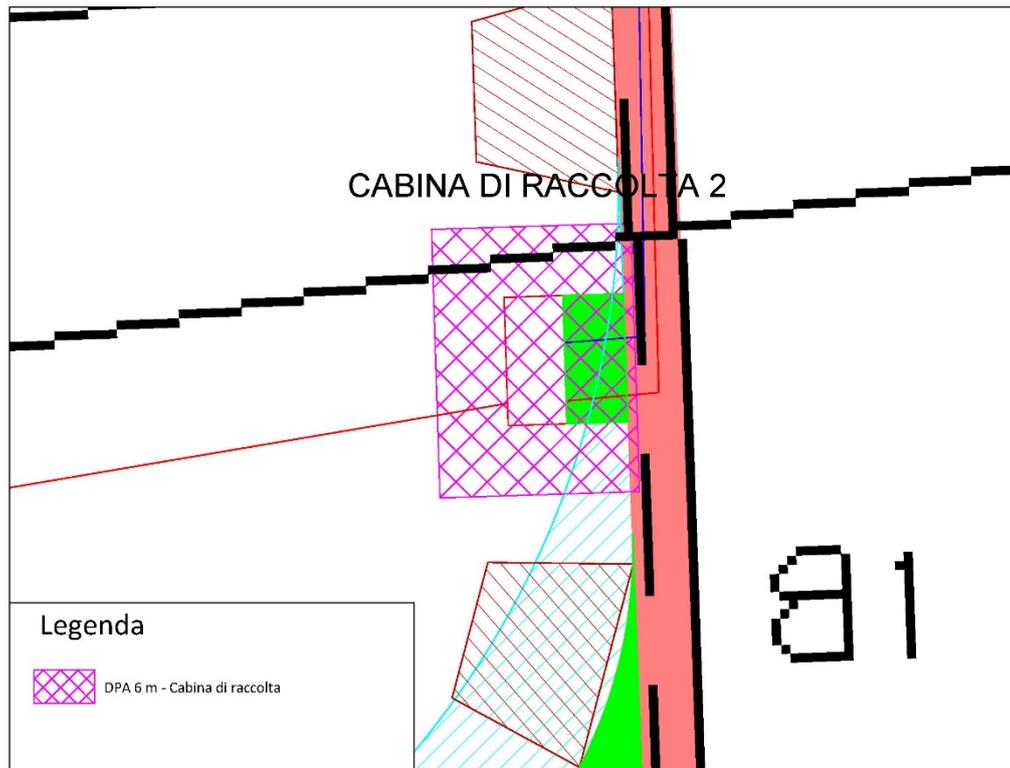


Figura 24 Rappresentazione grafica della DPA cabina di raccolta impianto eolico.

Per quanto riguarda il campo elettrico, l'intensità risulta massima vicino al dispositivo e diminuisce con la distanza. Considerando il campo elettrico calcolato ad altezza conduttori si ottengono valori di campo elettrico inferiore ai limiti di 5000 V/m imposti dalla normativa a solo 1 m dalle sbarre in MT.

10 STAZIONE ELETTRICA DI UTENZA 30/150 kV

Il calcolo del campo elettrico e magnetico per stazione elettrica di utenza 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 ubicati all'interno del locale MT anch'esso 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: 7,7 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.

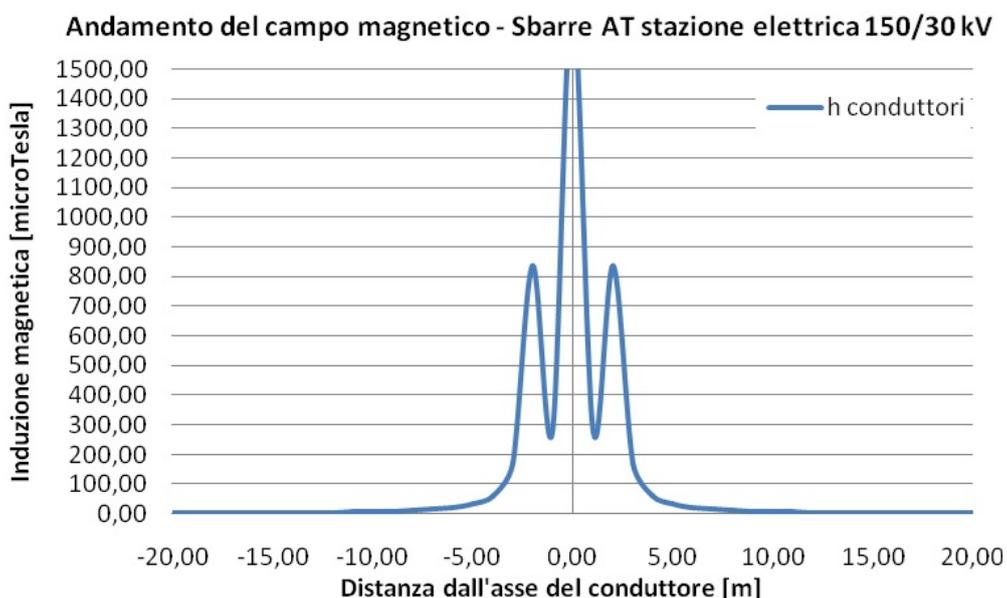


Figura 25 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica - Sbarre AT stazione elettrica 30/150 kV - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione.

| Valutazione Distanza di prima approssimazione | | | |
|---|-------------------------------|-----------------------|-------------------------------|
| Distanza dai cavi [m] | Altezza conduttori [μ T] | Distanza dai cavi [m] | Altezza conduttori [μ 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 16 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.

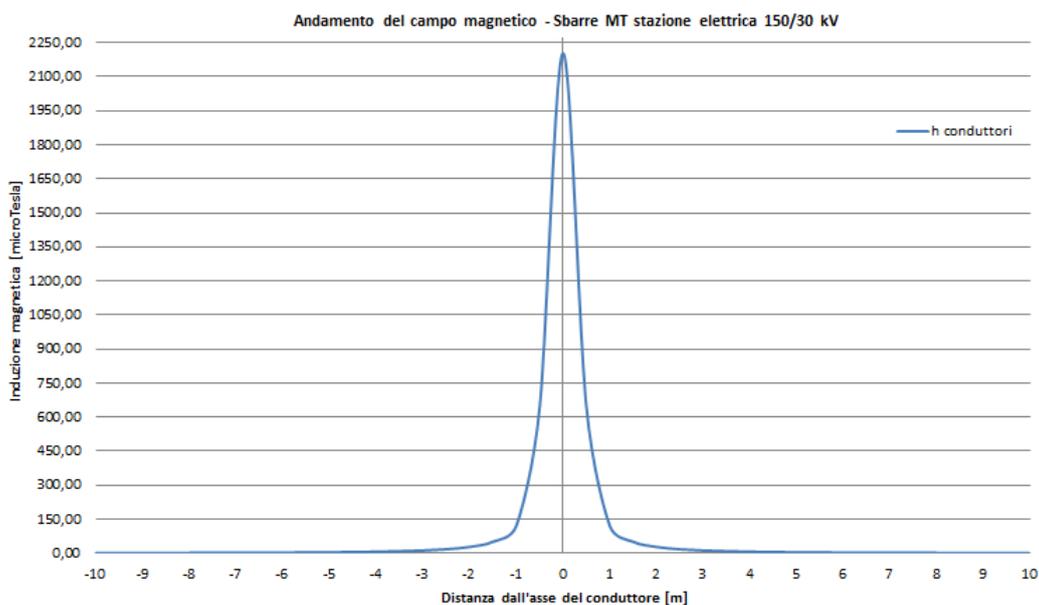


Figura 26 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma grafica - Sbarre MT stazione elettrica 30/150 kV - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione.

| Distanza dall'asse [m] | Valori di campo magnetico [μT] |
|------------------------|---------------------------------------|
| | 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 17 Andamento del campo magnetico in funzione della distanza dall'asse dei conduttori in forma tabellare – Sbarre MT stazione elettrica 150/30 Kv - Valutazione della Distanza di prima Approssimazione.

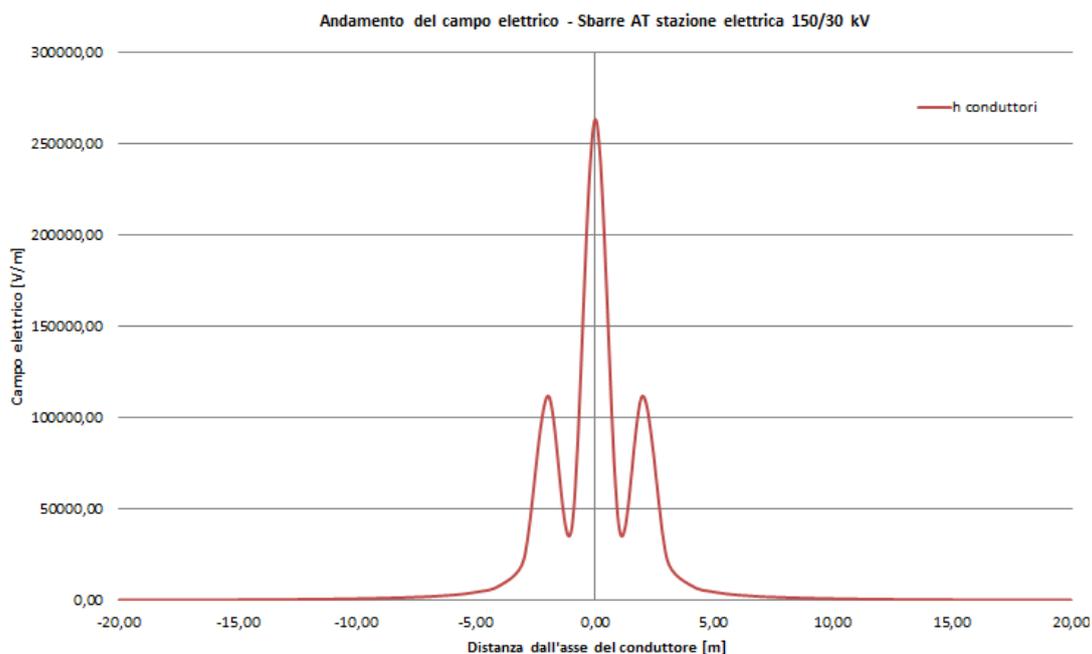


Figura 27 Andamento del campo elettrico in forma grafica - Sbarre AT stazione elettrica 30/150 kV.

| <i>Distanza dall'asse [m]</i> | <i>Valori di campo elettrico [V/m]</i> |
|-------------------------------|--|
| | <i>Altezza conduttori</i> |
| 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 18 Andamento del campo elettrico in forma tabellare –
Sbarre AT stazione elettrica 150/30 kV.**

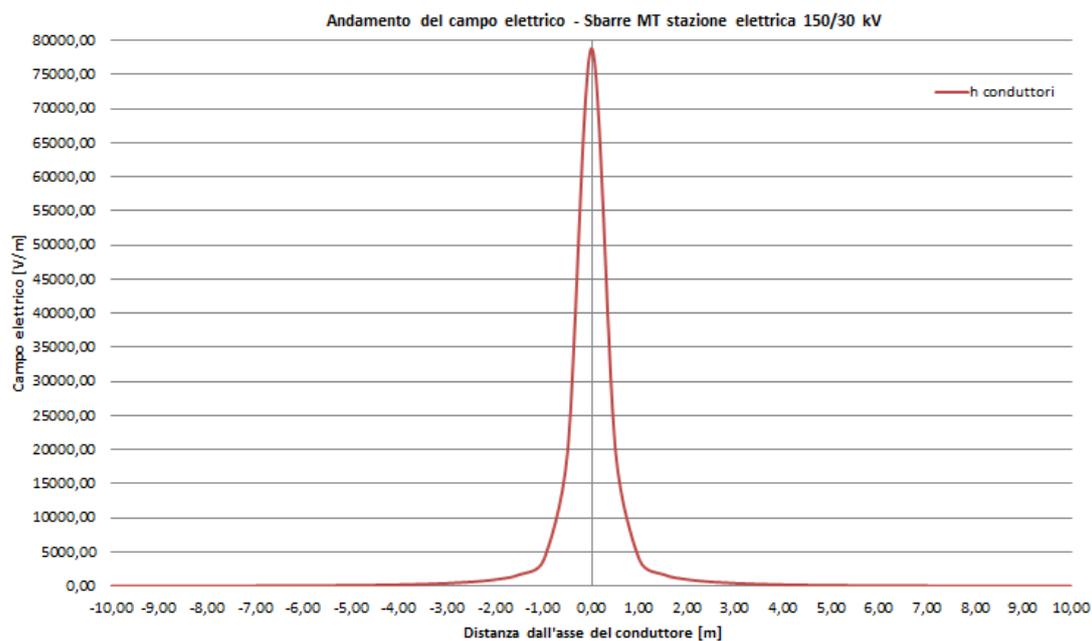


Figura 28 Andamento del campo elettrico in forma grafica – edificio MT in stazione elettrica 30/150 kV.

| <i>Distanza dall'asse [m]</i> | <i>Valori di campo elettrico [V/m]</i> |
|-------------------------------|--|
| | <i>Altezza conduttori</i> |
| 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 19 Andamento del campo elettrico in forma tabellare –
Cabina MT in stazione elettrica 30/150 kV.**

Come si evince dalla simulazione del calcolo, dalle figure 25 e 26 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 $3 \mu\text{T}$ 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.

Nella figura successiva vengono rappresentate le distanze di prima approssimazione DPA della stazione elettrica 30/150 kV.

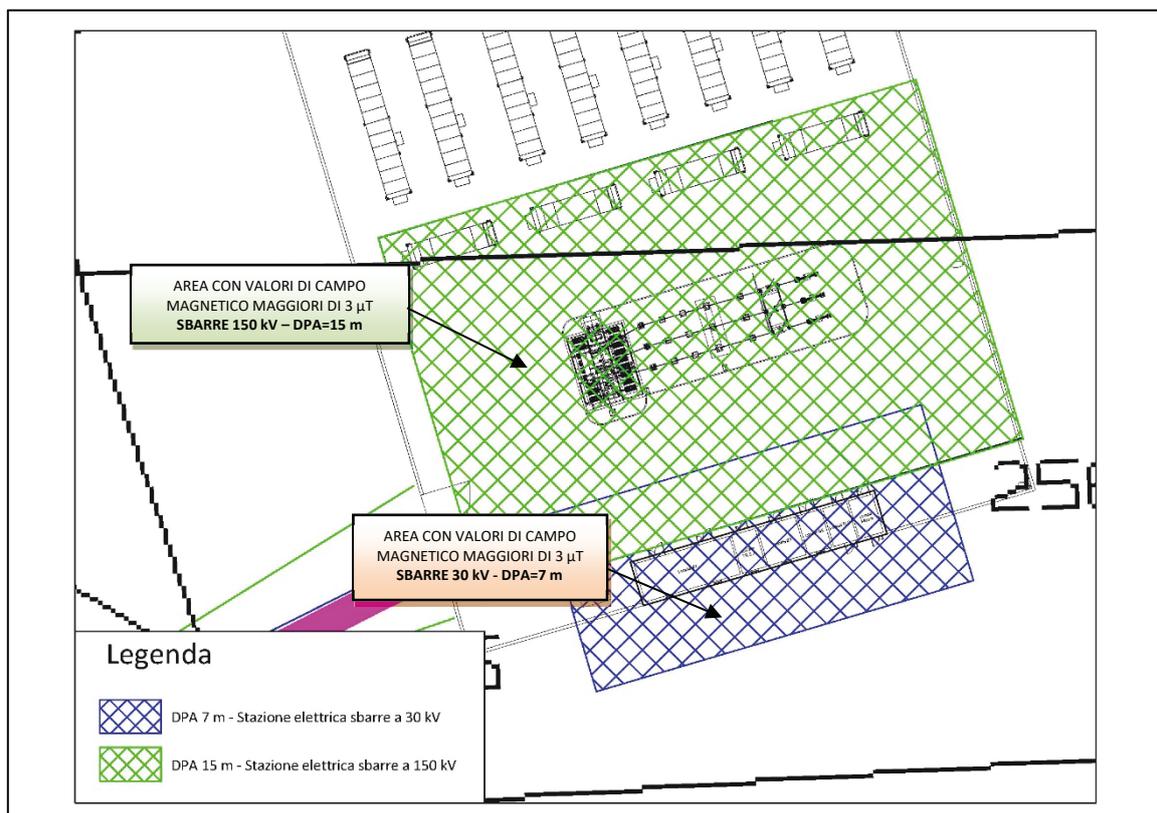


Figura 29 Rappresentazione grafica della DPA relativa alla stazione elettrica 30/150 kV.

Riguardo al campo elettrico, dai risultati delle simulazioni (figure 27 e 28 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.

11 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 di smistamento saranno 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:

- **S9** una terna di conduttori di sezione 1600 mm² 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.

S9 - Cavidotto AT una terna di sezione 1600 mm² interrata a 1.5 m dal piano di campagna.

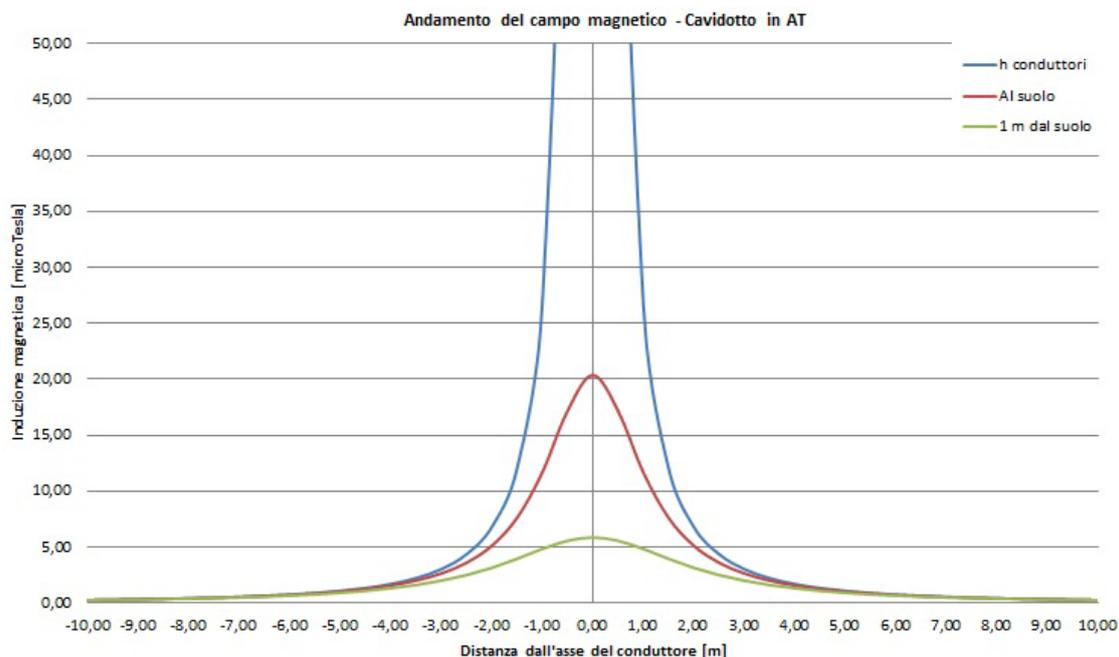


Figura 30 Rappresentazione grafica delle DPA del cavidotto AT.

| <i>Distanza dai cavi [m]</i> | <i>Altezza conduttori [μT]</i> | <i>Al suolo [μT]</i> | <i>Ad 1 m dal suolo [μT]</i> |
|----------------------------------|---|---|---|
| -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 20 Andamento del campo magnetico in forma tabellare –
Cavidotto AT 150 kV.**

11.1 Determinazione della 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 μ T. Per il caso specifico il valore di 3 μ T è facilmente riscontrabile nella tabella 20 dalla quale si evince che la distanza di prima approssimazione risulta essere pari a ± 3 m rispetto all'asse del cavidotto. Di seguito viene data una rappresentazione grafica relativa alla DPA del collegamento AT alla stazione elettrica RTN.

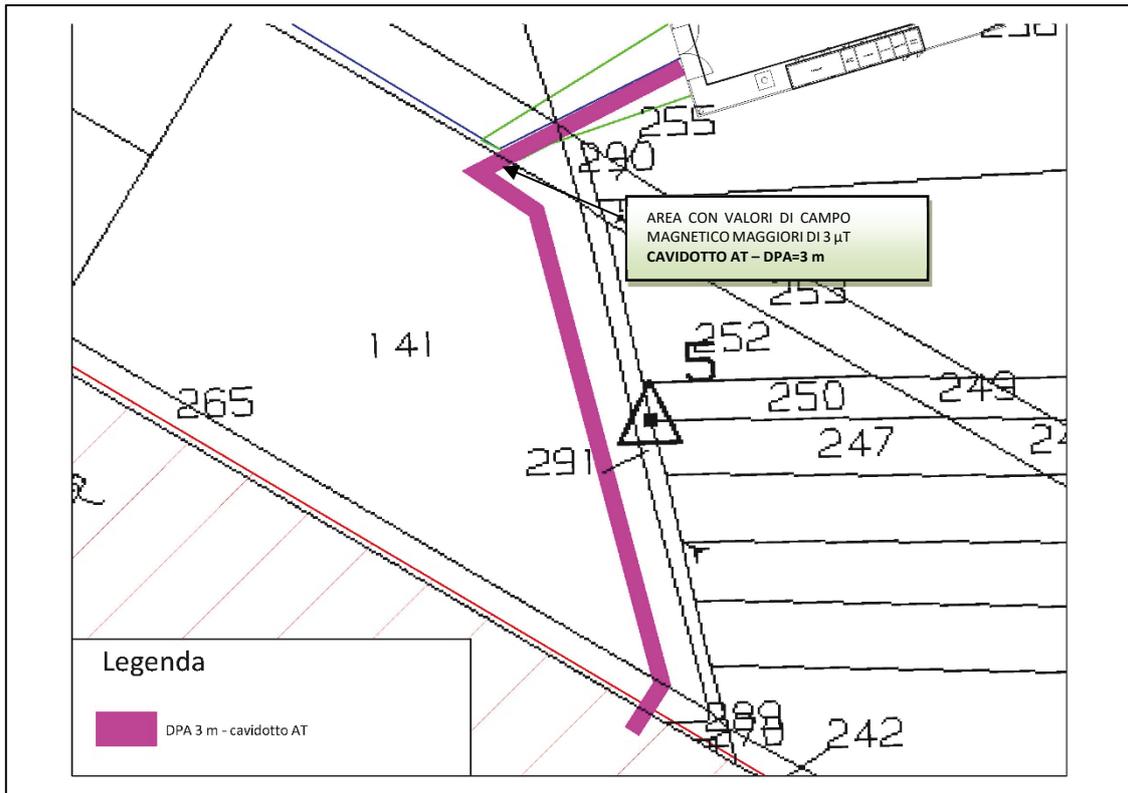


Figura 31 Rappresentazione grafica della DPA del cavidotto di collegamento AT alla stazione 150 kV.

12 VALUTAZIONE DEL RISCHIO DERIVANTE DALL'ESPOSIZIONE DEI LAVORATORI A CAMPI ELETTROMANETICI

12.1 Generalità

Nell'ambito della valutazione del rischio da esposizione a campi elettromagnetici, il datore di lavoro dovrà provvedere a controllare, attraverso calcoli o misure, i livelli dei campi elettromagnetici ai quali sono esposti i lavoratori, verificando se vengono superati i valori di azione e, qualora questo avvenisse, controllando che non vengano superati i valori limite di esposizione. Nel procedere alla valutazione si dovrà tener conto dei seguenti elementi:

- Il livello, lo spettro di frequenza, la durata e il tipo di esposizione;
- I valori limite di esposizione e i valori di azione;
- Tutti gli effetti sulla salute e sulla sicurezza dei lavoratori particolarmente sensibili al rischio;
- Qualsiasi effetto indiretto quale:
 - Interferenza con attrezzature e dispositivi medici elettronici (compresi stimolatori cardiaci e altri dispositivi impiantati);
 - Rischio propulsivo di oggetti ferromagnetici in campi magnetici statici con induzione magnetica superiore a 3 mT;
 - Innesci di dispositivi elettro_esplosivi (detonatori);
 - Incendi ed esplosioni dovuti all'accensione di materiali infiammabili provocata da scintille prodotte da campi indotti, correnti di contatto o scariche elettriche;
- L'esistenza di attrezzature di lavoro alternative progettate per ridurre i livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;
- Per quanto possibile, informazioni adeguate raccolte nel corso della sorveglianza sanitaria, comprese le informazioni reperibili in pubblicazioni scientifiche;
- Sorgenti multiple di esposizione;
- Esposizione simultanea a campi di frequenze diverse.

12.2 Analisi del rischio

Il rischio dei lavoratori all'esposizione dei campi elettromagnetici appartiene alla categoria **"Rischi per la salute"**.

Il rischio viene determinato mediante la formula $R = P \times D$, (dove **P** indica la probabilità di accadimento di un determinato evento, mentre **D** indica per il danno per il lavoratore) ed è indicato in forma matriciale in figura 1, avente in ascisse la gravità del danno atteso ed in ordinate la probabilità del suo verificarsi.

| | | | | | |
|-----------------|---|-----------|---|----|----|
| P - Probabilità | 4 | 4 | 8 | 12 | 16 |
| | 3 | 3 | 6 | 9 | 12 |
| | 2 | 2 | 4 | 6 | 8 |
| | 1 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | D - Danno | | | |

Figura 32 Esempio di Matrice di Valutazione del Rischio: $R = P \times D$.

I rischi che possono provocare i danni più gravi occupano in tale matrice le caselle in alto a destra (probabilità elevata, danno gravissimo), quelli minori le posizioni più vicine all'origine degli assi (danno lieve, probabilità trascurabile), con tutta la serie di posizioni intermedie facilmente individuabili.

Nelle successive tabelle 3 e 4 sono descritte le scale semiquantitative della "Probabilità" **P** e del "Danno" **D** ed i criteri per l'attribuzione dei valori.

| Valore | Livello | Definizioni / criteri |
|--------|---------------------|---|
| 4 | Altamente probabile | <ul style="list-style-type: none"> Esiste una correlazione diretta tra la mancanza rilevata ed il verificarsi del danno ipotizzato per i lavoratori. Si sono già verificati danni per la stessa mancanza rilevati nel luogo di lavoro in ambienti simili o situazioni operative simili Il verificarsi del danno conseguente la mancanza rilevata non susciterebbe alcuno stupore tra gli altri lavoratori. |
| 3 | Probabile | <ul style="list-style-type: none"> La mancanza rilevata può provocare un danno, anche se non in modo automatico o diretto. E' noto qualche episodio in cui alla mancanza rilevata ha fatto seguito il danno. Il verificarsi del danno ipotizzato, susciterebbe una moderata sorpresa. |
| 2 | Poco probabile | <ul style="list-style-type: none"> La mancanza rilevata può provocare un danno al contemporaneo verificarsi di particolari condizioni. Sono noti solo rari episodi già verificatisi. Il verificarsi del danno ipotizzato susciterebbe una discreta sorpresa. |
| 1 | Improbabile | <ul style="list-style-type: none"> La mancanza rilevata può provocare un danno per concomitanza di più eventi poco probabili indipendenti. Non sono noti episodi già verificatisi. Il verificarsi del danno susciterebbe incredulità. |

Tabella 21 Scala delle probabilità "P" di accadimento di un evento.

| | | | |
|---|--|--------------------|----------------------------|
|  TENPROJECT | RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO | Codice | 1459-PD_A_IE-SIA01_REL_r00 |
| | | Revisione | 00 |
| | | Data di creazione | 20/05/2021 |
| | | Data ultima modif. | --/--/---- |
| | | Pagina | 49 di 54 |

| Valore | Livello | Definizioni/criteri |
|--------|------------|--|
| 4 | Gravissimo | <ul style="list-style-type: none"> • Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti anche letali o che possono determinare una condizione di invalidità permanente. • Infortuni o patologie di carattere fisico e/o psicofisico croniche con effetti totalmente invalidanti. |
| 3 | Grave | <ul style="list-style-type: none"> • Infortunio o episodio di esposizione acuta con effetti di invalidità parziale. • Infortuni o patologie di carattere fisico e/o psicofisico croniche con effetti parzialmente invalidanti. |
| 2 | Medio | <ul style="list-style-type: none"> • Infortunio o episodio di esposizione acuta con inabilità reversibile. • Infortunio o patologie di carattere fisico e/o psicofisico croniche con effetti reversibili. |
| 1 | Lieve | <ul style="list-style-type: none"> • Infortunio o episodio di esposizione acuta con inabilità rapidamente reversibile. • Piccoli Infortuni o patologie di carattere fisico rapidamente reversibili. |

Tabella 22 Scala dell'entità del Danno "D".

Il valore di **Probabilità** di accadimento di un determinato evento è espresso in una scala di valori da 1 a 4. L'evento che può o potrebbe determinare un **Danno** per il lavoratore è valutato in relazione alla tipologia di rischio. La classificazione del **"Danno"** che un lavoratore potrebbe subire al verificarsi di un dato evento o dovuto a criticità e carenze degli aspetti organizzativi e gestionali viene effettuata mediante una scala di valori variabili da 1 a 4.

Per la determinazione del fattore di rischio il datore di lavoro, al termine della realizzazione dell'impianto fotovoltaico, dovrà redigere un Documentazione di Valutazione del Rischio che tenga conto dei rischi dell'esposizione dei lavoratori agli agenti fisici tra cui quelli dovuti ai campi elettromagnetici. Tale valutazione dovrà essere eseguita attraverso misurazioni in campo.

In fase di progettazione definitiva si procederà alla definizione del fattore di rischio sulla base dei calcoli eseguiti nei paragrafi precedenti. Di seguito una tabella riassuntiva dei luoghi di lavoro, tipologia di lavoratori e valori di campi magnetici ed elettrici entro il metro di distanza dalla sorgente (area di lavoro).

| Luogo di lavoro | Tipologia di lavoratori | Campo Magnetico | Campo Elettrico | Fattore di rischio |
|------------------------------|---|-----------------|-----------------|--------------------|
| Cavidotto interno MT caso S1 | Operai e tecnici per Manutenzione ordinaria e straordinaria | 2,22 μ T | Assente | 6 |
| Cavidotto interno MT caso S2 | | 8,10 μ T | Assente | 6 |
| Cavidotto interno MT caso S3 | | 12 μ T | Assente | 6 |
| Cavidotto interno MT caso S4 | | 18,11 μ T | Assente | 6 |
| Cavidotto interno MT caso S5 | | 6,85 μ T | Assente | 6 |
| Cavidotto esterno MT caso S6 | | 22 μ T | Assente | 6 |
| Cavidotto esterno MT caso S7 | | 9,89 μ T | Assente | 6 |
| Cavidotto interno MT caso S8 | | 3,67 μ T | Assente | 6 |
| Cabina di raccolta | | 97,22 μ T | 3841,60 V/m | 6 |
| Stazione elettrica sbarre AT | | 277 μ T | 39261 V/m | 6 |
| Stazione elettrica sbarre MT | | 121 μ T | 3846 V/m | 6 |
| Cavidotto AT | | 26,76 μ T | Assente | 6 |

Tabella 23 – Valutazione del Rischio

Per definire quali sono i parametri a cui fare riferimento per valutare i valori limite, sia per il campo elettrico che per quello magnetico, sono state prese in considerazione la tabella dei valori di azione dal paragrafo “Normativa di riferimento” e la frequenza delle sorgenti di campo elettromagnetico pari a 50 Hz.

Da questo studio si sono ottenuti, per tutti i lavoratori a servizio del parco fotovoltaico, i valori limite di azione sia di campo magnetico che di campo elettrico:

| TIPOLOGIA DI MISURA | PARAMETRO LIMITE |
|---------------------|------------------|
| Campo Magnetico | 500 μ T |
| Campo Elettrico | 10000 V/m |

Tabella 24– Limiti imposti dalla normativa.

Si sottolinea che tali valori vanno applicati esclusivamente ai lavoratori del parco fotovoltaico (luogo di lavoro), in quanto i valori riferibili alla popolazione, che non può entrare all'interno delle strutture del parco, sono di gran lunga inferiori.

Per i campi magnetici, i valori di azione calcolati non superano mai quelli definiti dalla normativa in nessun luogo di lavoro.

A seguito della valutazione dei rischi di cui all'articolo 210, qualora risulti che i valori di azione di cui all'articolo 208 sono superati, il datore di lavoro, a meno che la valutazione effettuata a norma dell'articolo 209, comma 2, dimostri che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi relativi alla sicurezza, elabora ed applica un programma d'azione che comprenda

| | | | |
|---|--|--|--|
|  TENPROJECT | RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO | Codice Revisione Data di creazione Data ultima modif. Pagina | 1459-PD_A_IE-SIA01_REL_r00 00 20/05/2021 --/--/---- 51 di 54 |
|---|--|--|--|

misure tecniche e organizzative intese a prevenire esposizioni superiori ai valori limite di esposizione, tenendo conto in particolare:

- Di altri metodi di lavoro che implicano una minore esposizione ai campi elettromagnetici;
- Della scelta di attrezzature che emettano campi elettromagnetici di intensità inferiore, tenuto conto del lavoro da svolgere;
- Delle misure tecniche per ridurre l'emissione dei campi elettromagnetici, incluso se necessario l'uso di dispositivi di sicurezza, schermature o di analoghi meccanismi di protezione della salute;
- Degli appropriati programmi di manutenzione delle attrezzature di lavoro, dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- Della progettazione e della struttura dei luoghi e delle postazioni di lavoro;
- Della limitazione della durata e dell'intensità dell'esposizione;
- Della disponibilità di adeguati dispositivi di protezione individuali.

Fermo restando che in nessun caso i lavoratori devono essere esposti a valori superiori ai valori limite di esposizione, se questi risultino superati, il datore di lavoro adotta misure immediate per riportare l'esposizione al disotto dei valori limite di esposizione, individua le cause del superamento dei valori limite di esposizione e adegua di conseguenza le misure di protezione e prevenzione per evitare un nuovo superamento.

12.3 Segnaletica

I luoghi di lavoro dove i lavoratori, in base alla valutazione del rischio, possono essere esposti a campi elettromagnetici che superano i valori di azione devono essere indicati con un'apposita segnaletica. Se il datore di lavoro dimostra che i valori limite di esposizione non sono superati e che possono essere esclusi rischi alla sicurezza, tale obbligo non sussiste. Dette aree sono inoltre identificate e l'accesso alle stesse è limitato, laddove ciò sia tecnicamente possibile e sussista il rischio di superamento dei valori di esposizione.

12.4 Informazione e formazione dei lavoratori

Il datore di lavoro provvede affinché i lavoratori esposti a rischi derivanti da campi elettrici e magnetici sul luogo di lavoro e i loro rappresentanti vengano informati e formati in relazione al risultato della valutazione dei rischi di cui all'articolo 209 con particolare riguardo:

- All'entità e al significato dei valori limite di esposizione e dei valori di azione di cui all'articolo 208, nonché ai potenziali rischi associati;
- Ai risultati della valutazione, misurazione o calcolo dei livelli di esposizione ai campi elettromagnetici;
- Alle modalità per individuare e segnalare gli effetti negativi dell'esposizione della salute;

| | | | |
|---|--|--|--|
|  TENPROJECT | RELAZIONE SULL'IMPATTO ELETTROMAGNETICO DELL'IMPIANTO | Codice Revisione Data di creazione Data ultima modif. Pagina | 1459-PD_A_IE-SIA01_REL_r00 00 20/05/2021 --/--/---- 52 di 54 |
|---|--|--|--|

- Alle circostanze nelle quali i lavoratori hanno diritto a una sorveglianza sanitaria e agli obiettivi della stessa;
- Alle procedure di lavoro sicure per ridurre al minimo i rischi derivanti dall'esposizione.

12.5 Sorveglianza sanitaria

Sono sottoposti a sorveglianza sanitaria i lavoratori per i quali è stata rilevata un'esposizione superiore ai valori limite di cui all'articolo 208, comma 1. La sorveglianza sanitaria viene effettuata periodicamente, di norma una volta l'anno. Tenuto conto dei risultati della valutazione dei rischi, il medico competente può effettuarla con periodicità inferiore con particolare riguardo ai lavoratori particolarmente sensibili al rischio.

Rivelato in un lavoratore l'esistenza di un danno alla salute (l'effetto biologico è al di fuori dell'intervallo in cui l'organismo può normalmente compensarlo e ciò porta a qualche condizione di detrimento della salute) il medico competente ne informa il datore di lavoro che procede ad effettuare una nuova valutazione del rischio a norma dell'articolo 209.

13 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 ± 15 m per le sbarre in alta tensione (150 kV) e 7 m per le sbarre in media tensione (30 kV) dell'edificio utente. Si fa presente che tali DPA ricadono all'interno delle particelle catastali dell'area di stazione elettrica. **In particolare, all'interno delle aree summenzionate delimitate dalle DPA 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, come risulta evidente dalla figura successiva.**



Figura 33 Inquadramento su ortofoto della stazione elettrica di utenza 30/150 kV.

- Per il cavidotto del collegamento interno in media tensione del parco eolico la distanza di prima approssimazione non eccede il range di ± 2 m rispetto all'asse del cavidotto;
- Per il cavidotto del collegamento esterno in media tensione del parco eolico la distanza di prima approssimazione non eccede il range di ± 3 m rispetto all'asse del cavidotto;
- Per le cabine di raccolta la distanza di prima approssimazione per le sbarre in media tensione è pari a 6 m dal muro perimetrale.
- Per il cavidotto in alta tensione la distanza di prima approssimazione non eccede il range di ± 3 m rispetto all'asse del cavidotto.

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 del locale MT ed all'interno della stazione elettrica il cui accesso è consentito al solo personale autorizzato.

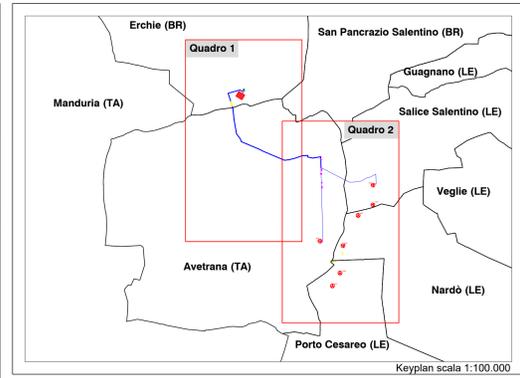
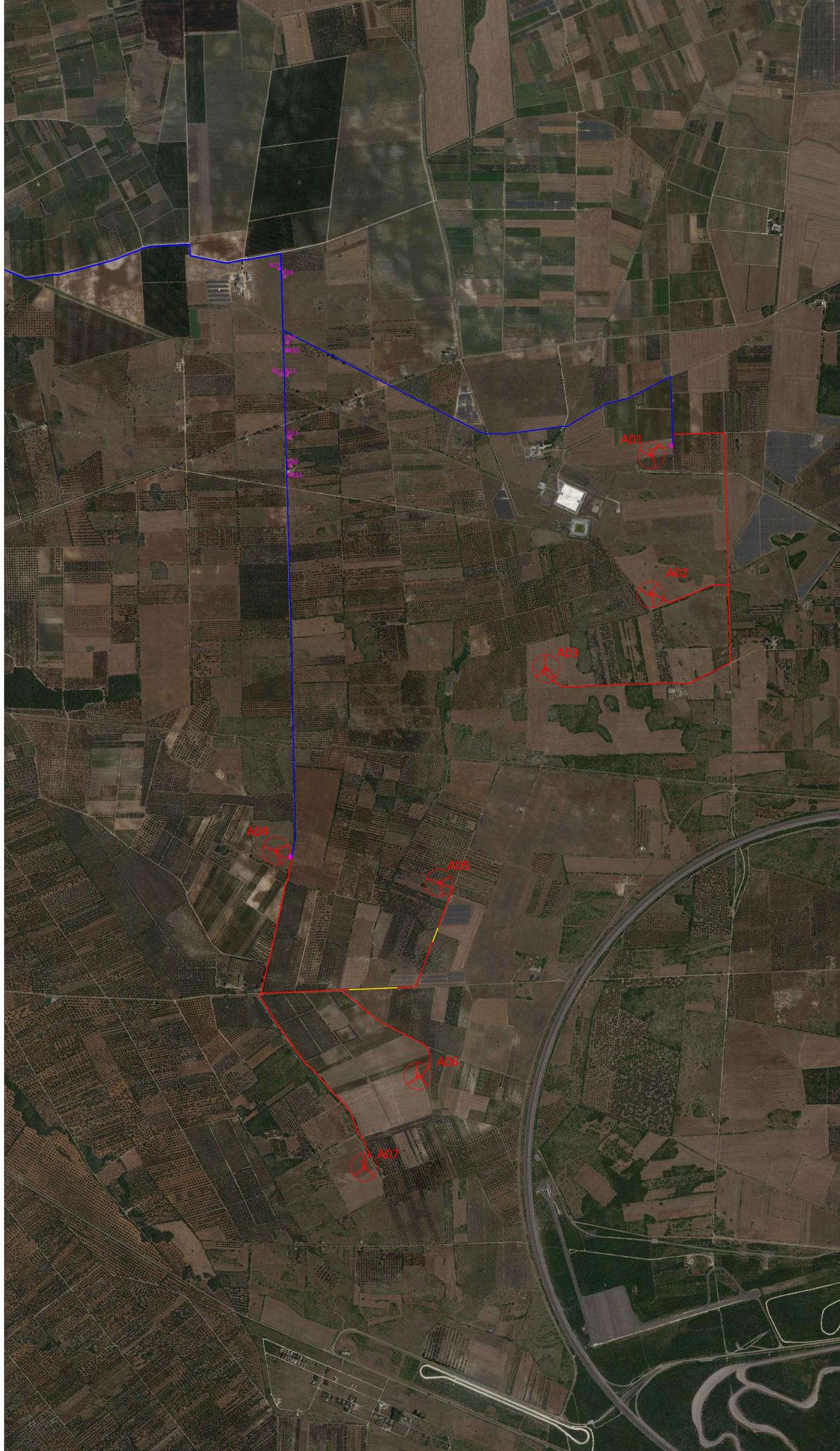
Tutte le aree summenzionate delimitate dalla DPA ricadono all'interno di aree nelle quali non risultano recettori sensibili ovvero aree di gioco per l'infanzia, ambienti abitativi, ambienti scolastici, luoghi adibiti a permanenza di persone per più di quattro ore giornaliere.

Si può quindi concludere che la realizzazione delle opere elettriche relative al parco eolico sito nel comune di Avetrana (TA), Salice Salentino (LE), Nardò (LE) e Porto Cesareo (LE) in località "Il Canalone" e con opere di connessione ricadenti anche nel comune di Erchie (BR), rispetta la normativa vigente.

Quadro 1 - Scala 1:10.000



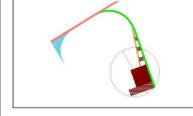
Quadro 2 - Scala 1:10.000



Legenda

- Aerogeneratori di progetto
- DPA cavidotto interno MT interrato
- Tratti cavidotto MT in TOC
- DPA cavidotto esterno MT interrato
- DPA cavidotto esterno AT interrato
- DPA sezione MT stazione di utenza
- DPA cabina di raccolta
- DPA sezione AT stazione di utenza
- Recettore sensibile individuato

Schema funzionale aerogeneratore



INTRODUZIONE ALL'ANALISI CONDOTTA PER LA SCELTA DEI RECETTORI SENSIBILI NELL'AREA D'IMPIANTO
 I fabbricati rientranti nell'area di impianto sono stati censiti consultando le cartografie catastali, i CTR, le tavole IGM in scala 1:25.000.
 Successivamente è stata condotta una campagna di rilevazioni in sito per la verifica delle reali condizioni dei fabbricati precedentemente individuati "su carta". Tale analisi è stata estesa ai potenziali recettori distanti fino a 1000 metri dall'aerogeneratore di progetto.
 Relativamente al potenziale impatto elettromagnetico dell'impianto, sono stati censiti i possibili recettori nelle aree contornate dal tracciato del cavidotto, alle cabine elettriche, alla stazione di utenza e alle opere di rete per la connessione. Data la modestissima estensione della cosiddetta DPA, l'area di ricerca è stata estesa fino a 50 metri dalle opere elettriche.
 Da tale studio si è evinto che parte dei fabbricati individuati sono risultati ruderi, altri adibiti a ricovero di mezzi ed attrezzi agricoli oppure depositi (inf. LISTA DEI FABBRICATI INDIVIDUATI NEL BUFFER DI 1000 m IR-SIA03).
 Per le modalità di analisi, di studio e di scelta di tali recettori, oltre al presente elaborato, si faccia riferimento agli elaborati:
 • Individuazione su planimetria catastale di tutti i fabbricati desunti da cartografie (IR-SIA02)
 • Lista dei fabbricati individuati nel buffer di 1000 m (IR-SIA03)
 • Planimetria con l'individuazione delle curve isoplevo cumulative estese ad un buffer di 3 km dall'impianto (IR-SIA04)
 I criteri per la definizione delle caratteristiche che debbano avere i fabbricati per essere considerati recettori e la distanza minima che si deve rispettare per essi sono riportati nelle linee guida nazionali per l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di impianti di produzione di elettricità da fonti rinnovabili (pubblicate nella G.U. del 18/09/2010).
 Le linee Guida nazionali prescrivono come misura di mitigazione una distanza minima di ciascun aerogeneratore da unità abitative munite delle caratteristiche di abitabilità, regolarmente censite e stabilmente abitate, non inferiore ai 200 m (inf. lettera a) del punto 5.3 dell'allegato 4 delle linee guida).
 Inoltre, come recettori sono state considerate anche le strutture accatastate come "abitazioni" (categorie catastali da A/1 ad A8) che attualmente non sono abitate o stabilmente abitate.

UNI1143-1:2005 Punto 3.1 Termini e definizioni di carattere generale
 Area d'influenza: Porzione o porzioni di territorio in cui la realizzazione di una nuova opera, o di modifiche a un'opera esistente, potrebbe determinare una variazione significativa dei livelli di rumore ambientale, rispetto alla situazione ante-operam.
 Nota: Nel caso dei parchi eolici l'area d'influenza è individuata dal tecnico sulla base dei seguenti elementi: classificazione acustica della zona, morfologia del territorio, presenza di recettori, eventuali regolamentazioni regionali e nazionali, presenza di altre sorgenti. Si suggerisce comunque di considerare un'area il cui perimetro dista dai singoli aerogeneratori almeno 1000 m.

PROPRONTE
REPOWER Renewable Spa
 Via Leonardo, 41
 70124 Mottola (LE)
 PROJECT MANAGER: Dott. Giuseppe Caruso

REPOWER
 Energia che ti serve.

PROGETTAZIONE
TENPROJECT
 Tenproject Srl - Via Duomo 11
 70124 Mottola (LE)
 P. I. 03048020744 - T. +39 0834 201144
 www.tenproject.it

N° COMMESSA
1459
 NUOVO PARCO EOLICO "VEGLIE"
 PROVINCE DI LECCE - TARANTO - BRINDISI
 COMUNI DI SALICE SALENTINO - NARDÒ - PORTO CESAREO - AVETRANA (TA)
 PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE

CODICE ELABORATO
IE-SIA01
 NOME FILE
 MAPPO_A_IE-SIA01_REL_00

| | | | | | |
|----|---------|------------------------|----------|----------|--------------|
| 00 | 05/2021 | PRIMA EMISSIONE | AD | RF | RF |
| 01 | 05/2021 | DESCRIZIONE DEFINITIVA | DEFINITO | VERIFICA | APPROVAZIONE |

Copyright: Tutti i diritti sono riservati a norma di legge.