

AUTORIZZAZIONE UNICA EX D. LGS. N. 387/2003



PROGETTO DEFINITIVO PARCO EOLICO COLOBRARO TURSI

Titolo elaborato:

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

| GD | GD | WPD | EMISSIONE | 24/11/21 | 0 | 0 |
|---------|--------|---------|---------------------------------|----------|-----|---|
| REDATTO | CONTR. | APPROV. | DESCRIZIONE REVISIONE DOCUMENTO | DATA | REV | |

PROPONENTE



WPD MURGE S.R.L.
CORSO D'ITALIA 83
00198 ROMA

CONSULENZA



GE.CO.D'ORS.R.L.
VIA P. AMEDEO N. 32
75021 COLOBRARO (MT)

PROGETTISTA

ING. GAETANO D'ORONZIO
VIA GOITO 14 – COLOBRARO (MT)

Codice
PERE038

Formato
A4

Scala
/

Foglio
1 di 12

Indice

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | NORMATIVA DI RIFERIMENTO | 3 |
| 2 | PREMESSA | 4 |
| 3 | ANALISI DEL CONTESTO | 4 |
| 4 | DESCRIZIONE DEL PROGETTO | 5 |
| 4.1 | Descrizione del progetto | 5 |
| 4.2 | Il sistema di distribuzione MT | 6 |
| 4.3 | Sistema di posa cavi | 8 |
| 5 | DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE | 9 |
| 5.1 | DPA per la distribuzione MT | 9 |
| 6 | CONCLUSIONI | 12 |

1 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Per la realizzazione del presente progetto si è fatto riferimento, tra l'altro, alla seguente normativa:

- L. n. 36 del 22.02.2001, “Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”;
- D.P.C.M. 08.07.2003, “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”;
- Raccomandazione del Consiglio dell'Unione europea del 12 luglio 1999, pubblicata nella G.U.C.E. n. 199 del 30 luglio 1999 “Limitazione dell'esposizione della popolazione ai campi elettromagnetici da 0Hz a 300Ghz”;
- Decreto Min. Amb. 29.05.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”;
- 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”;
- ENEL - Linea Guida per l'applicazione del § 5.1.3 dell'Allegato al DM 29.05.08 “Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche”;
- Linee guida ICNIRP “Linee guida per la limitazione dell'esposizione a campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed a campi elettromagnetici (fino a 300 GHz)”;
- CEI EN 50499 “Procedura per la valutazione dell'esposizione dei lavoratori ai campi elettromagnetici”

2 PREMESSA

Wpd Italia ha conferito incarico alla società Gecodor s.r.l. di progettare un parco eolico in Basilicata, nel territorio dei Comuni di Colobrarò e Tursi (Provincia di Matera) con punto di connessione nel limitrofo Comune di Sant'Arcangelo (PZ) presso la Sottostazione RTN Terna da 150 kV.

La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto il calcolo preliminare dell'impatto elettromagnetico, ovvero delle distanze di prima approssimazione alla frequenza di rete (50 Hz).

3 ANALISI DEL CONTESTO

L'indagine riguarda l'esposizione della popolazione esterna (l'esposizione dei lavoratori sarà valutata in ambito D.Lgs. 81/08) al campo elettrico e magnetico generato dall'impianto eolico in ottemperanza alla Legge n. 36 del 22/02/2001 "Legge Quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici" ed al Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 8 luglio 2003 (DPCM 8/7/2003) "Fissazione dei limiti di esposizione dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti" (il termine elettrodotto comprende, oltre alla linea elettrica, anche le cabine MT/BT).

Nell'ottica di limitare l'esposizione ai campi magnetici generati dagli elettrodotti, il DPCM 08/07/2003 fissa tre diverse soglie cui fare riferimento.

In particolare, nell'art. 3 del succitato decreto vengono indicate come soglie dell'induzione magnetica e di intensità del campo elettrico i valori riportati in tabella che segue:

| Soglia | Valore limite dell'induzione elettromagnetica | Intensità di campo elettrico |
|---|--|------------------------------|
| Limite di esposizione | 100 μT: da intendersi come valore efficace. | 5000 V/m |
| Valore di attenzione: misura di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine, nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere. | 10 μT: da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. | |
| Obiettivo di qualità: nella progettazione di nuovi elettrodotti in aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere, e nella progettazione di nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità delle linee ed installazioni elettriche già presenti nel territorio. | 3 μT: da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio. | |

Con le seguenti definizioni:

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.

L'impianto eolico in oggetto, presenta una tensione di 33 kV (media tensione); per tale ragione, e tenuto conto di quanto sopraesposto, il campo elettrico risulta essere trascurabile per quanto riguarda gli impatti sulla popolazione esterna.

4 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto è descritto in dettaglio nel documento dedicato: PERT037, "Relazione tecnica descrittiva delle opere elettriche".

4.1 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

L'impianto eolico è composto da aerogeneratori indipendenti, opportunamente disposti e collegati in relazione alla disposizione dell'impianto, dotati di generatori asincroni trifasi. Ogni generatore è topograficamente, strutturalmente ed elettricamente indipendente dagli altri anche dal punto di vista delle funzioni di controllo e protezione. Gli aerogeneratori sono collegati fra loro e a loro volta si connettono alla sottostazione tramite un cavidotto interrato. Nella stessa sottostazione sarà ubicato il sistema di monitoraggio, comando, misura e supervisione (MCM) dell'impianto eolico che consente di valutare in remoto il funzionamento complessivo e le prestazioni dell'impianto ai fini della sua gestione. All'interno della torre saranno installati:

- l'arrivo cavo BT (690 V) dal generatore eolico al trasformatore;
- il trasformatore MT-BT (0,69/33);
- il sistema di rifasamento del trasformatore;
- la cella MT (33 kV) di arrivo linea e di protezione del trasformatore;
- il quadro di BT (690 V) di alimentazione dei servizi ausiliari;
- quadro di controllo locale.

L'impianto eolico sarà costituito da n. 21 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima da 4,57 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di 95,97 MW. Per la sua realizzazione sono quindi da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

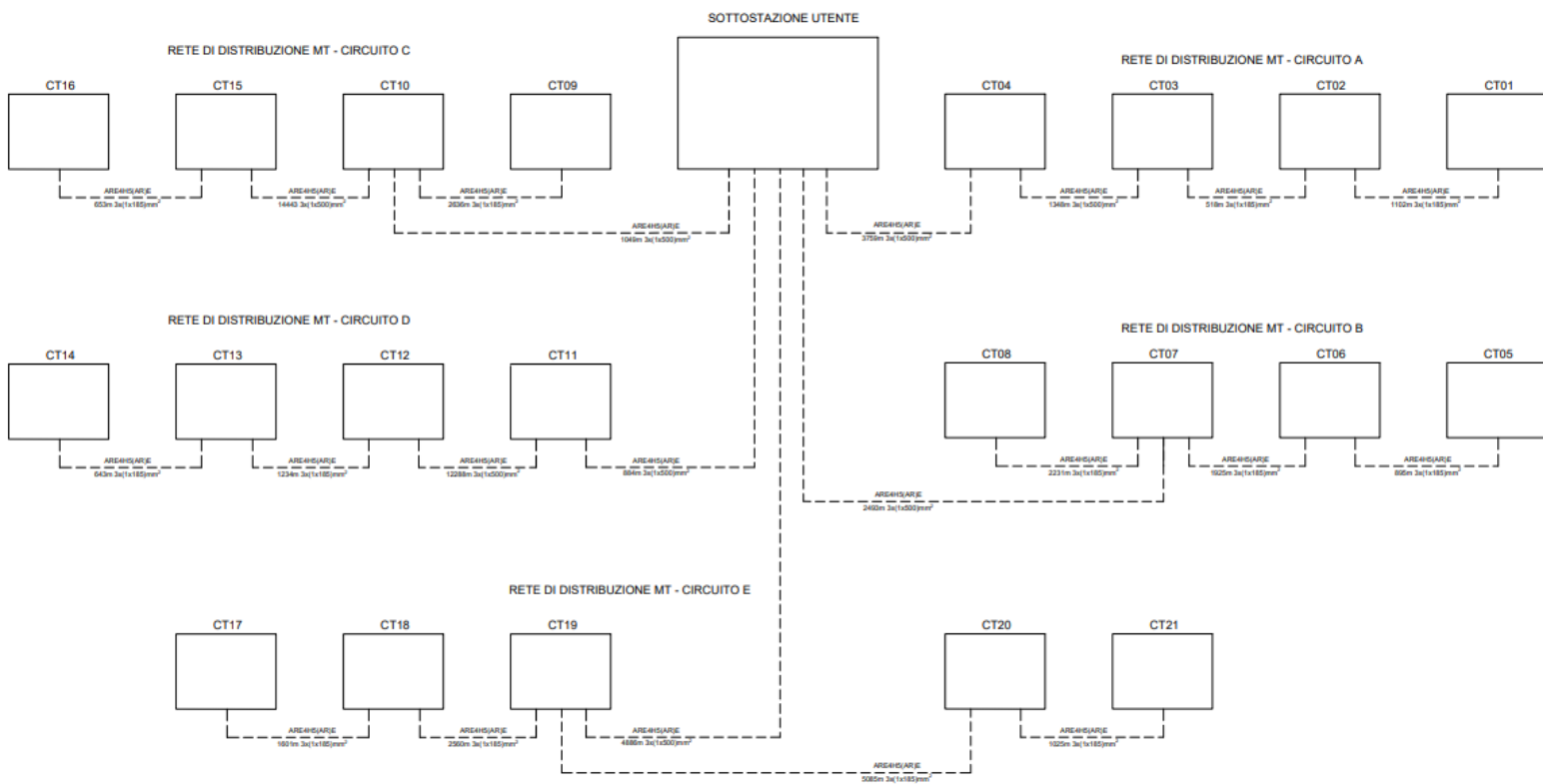
- opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori, tra gli aerogeneratori e la sottostazione Elettrica di Utente (SSSEU).

La connessione alla rete elettrica nazionale RTN comprende la già citata Stazione Elettrica Utente in cui avviene la raccolta dell'energia prodotta (in MT a 33kV), la trasformazione di tensione (33/150 kV) e la consegna (in AT a 150 kV). In essa saranno installati n. 2 trasformatori elevatori 33/150 kV, di potenza 40/50 NVA ciascuno. L'energia così resa alla tensione di 150 kV verrà trasferita alla Stazione elettrica di consegna alla CP "Santarcangelo" a 150 kV della Terna attraverso un cavidotto interrato esercito a 150 kV.

4.2 IL SISTEMA DI DISTRIBUZIONE MT

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro in n. 5 gruppi (circuiti) da n. 4 oppure 5 aerogeneratori ciascuno, come riportato nella tabella sotto.

| Circuito | Aerogeneratori | Potenza totale |
|----------|----------------------------------|----------------|
| A | CT01 – CT02 – CT03 – CT 04 | 18,28 MW |
| B | CT05 – CT06 – CT07 – CT08 | 18,28 MW |
| C | CT16 – CT15 – CT10 – CT09 | 18,28 MW |
| D | CT14 – CT13 – CT12 – CT11 | 18,28 MW |
| E | CT17 - CT18 - CT19 - CT20 - CT21 | 22,85 MW |



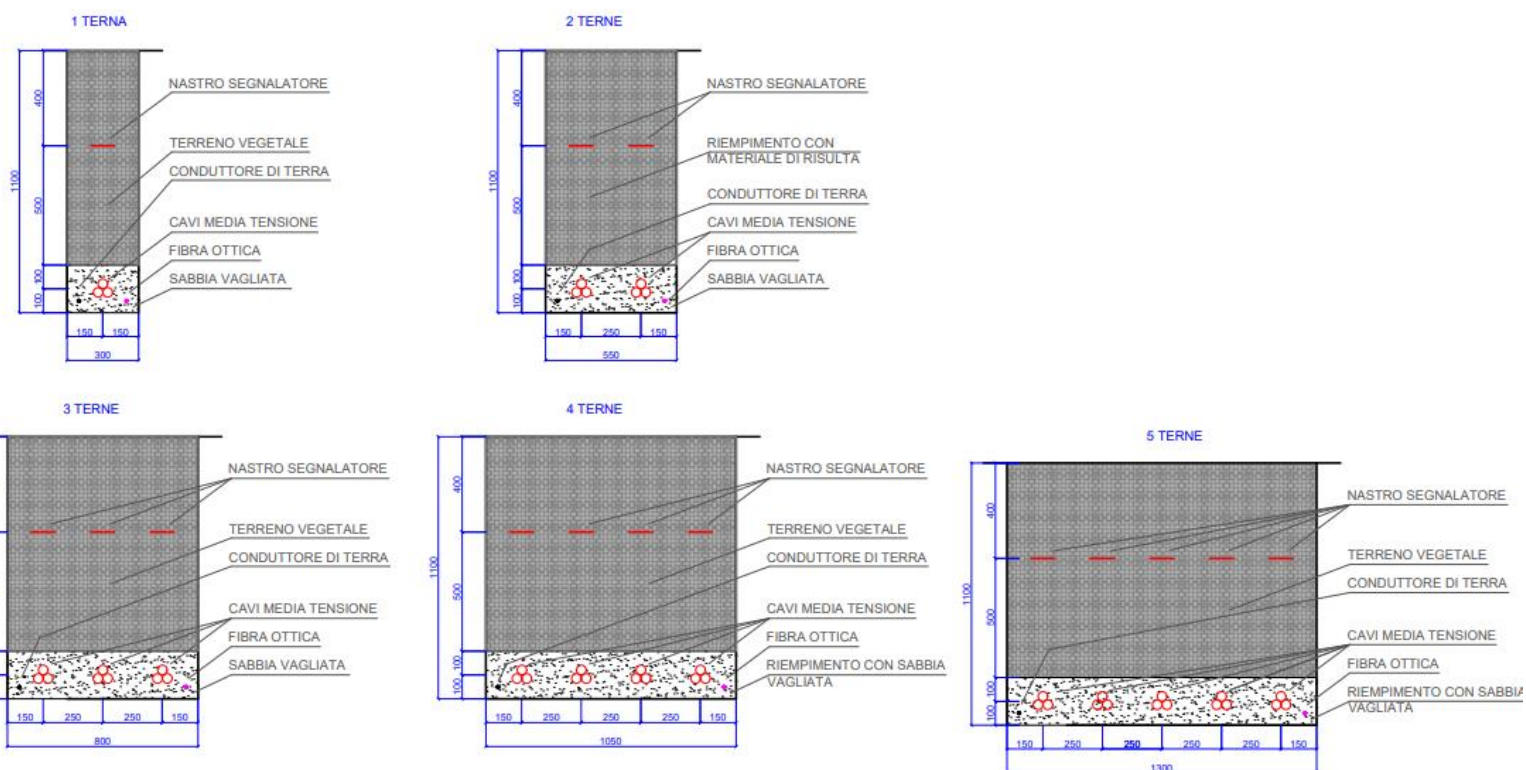
Di seguito la tabella riassuntiva dei cavi adottati pe la distribuzione MT

| Da | A | Lunghezza tratta [m] | Tipo di cavo [mm2] |
|-------------------|------|-------------------------|-----------------------|
| CIRCUITO A | | | |
| CT01 | CT02 | 1102 | AL 1x185 |
| CT02 | CT03 | 518 | AL 1x185 |
| CT03 | CT04 | 1348 | AL 1x500 |
| CT04 | SS | 3759 | AL 1x500 |
| CIRCUITO B | | | |
| CT05 | CT06 | 895 | AL 1x185 |
| CT06 | CT07 | 1925 | AL 1x185 |
| CT07 | CT08 | 2231 | AL 1x185 |
| CT07 | SS2 | 2493 | AL 1x500 |
| CIRCUITO C | | | |
| CT16 | CT15 | 653 | AL 1x185 |
| CT15 | CT10 | 14443 | AL 1x500 |
| CT10 | CT09 | 2636 | AL 1x185 |
| CT10 | SS2 | 1049 | AL 1x500 |
| CIRCUITO D | | | |
| CT14 | CT13 | 643 | AL 1x185 |
| CT13 | CT12 | 1234 | AL 1x185 |
| CT12 | CT11 | 12288 | AL 1x500 |
| CT11 | SS2 | 884 | AL 1x500 |
| CIRCUITO E | | | |
| CT17 | CT18 | 1601 | AL 1x185 |
| CT18 | CT19 | 2560 | AL 1x185 |
| CT19 | CT20 | 5085 | AL 1x185 |
| CT20 | CT21 | 1025 | AL 1x185 |
| CT19 | SS2 | 4886 | AL 1x500 |

4.3 SISTEMA DI POSA CAVI

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, ad una profondità di 1 m dal piano di calpestio. I cavi utilizzati sono idonei alla posa direttamente interrata e sono inoltre meccanicamente protetti.

In caso di particolari attraversamenti o di risoluzione puntuale di interferenze, le modalità di posa saranno modificate in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 11-17 e dagli eventuali regolamenti vigenti relativi alle opere interferite, mantenendo comunque un grado di protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.



La trincea all'interno della quale saranno collocati i cavi avrà profondità non inferiore a 1.10 m e larghezza compresa tra 0,30 m per una terna e 1,3 m in relazione al numero di terne in esso disposte.

| Numero di terne | Larghezza del cavidotto [cm] |
|-----------------|---------------------------------|
| 1 | 30 |
| 2 | 55 |
| 3 | 80 |
| 4 | 105 |
| 5 | 130 |

5 DISTANZA DI PRIMA APPROSSIMAZIONE

Per DPA si intende la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea, che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo abbia una distanza da essa maggiore, si trovi all'esterno della fascia di rispetto delimitata proprio dalla DPA: in questo caso, la DPA sarà il raggio della base della superficie cilindrica di cui sopra. Si precisa che le DPA costituiscono la rappresentazione bidimensionale delle fasce di rispetto che sono definite come una superficie cilindrica (quindi tridimensionale).

Di seguito viene eseguita la valutazione delle distanze di prima approssimazione (DPA) per le sorgenti di campo magnetico dell'impianto eolico per la linea MT interrata distinguendo i vari tratti di connessione con conduttori a sezione diversa e la cabina di trasformazione di torre associata alla turbina.

Come già specificato in premessa la determinazione delle fasce di rispetto deve essere eseguita con riferimento all'obiettivo di qualità fissato in 3 uT.

5.1 DPA PER LA DISTRIBUZIONE MT

Per il calcolo delle DPA inerente i cavidotti MT si fa riferimento alle linee guida riportate dal DM 29/05/2008 e norma CEI 102-11 art. 6.2.3 b)

In particolare, si valutano le condizioni di posa del cavidotto e in base alle seguenti formule si calcola il campo magnetico generato dai cavi percorsi da corrente, oppure DPA:

$$B = \frac{0.1 \cdot \sqrt{6} \cdot (I \cdot S)}{D^2} \quad \text{risolvendo rispetto D si ottiene} \quad D = \sqrt{0.1 \frac{\sqrt{6} \cdot (I \cdot S)}{B}}$$

Dove:

B = campo di induzione magnetica [uT];

I = portata di corrente [A];

S = distanza tra i conduttori (si assume pari al diametro del cavo unipolare che forma una fase) [m];

D = distanza di riferimento o di calcolo [m].

Nel caso di due o più terne di conduttori posati nella stessa trincea cavidotto, si utilizza un modello matematico che prende in considerazione il campo magnetico generato da ogni singola terna.

Il modello, costituito secondo quanto previsto e suggerito dalla norma CEI 211-4 cap 4.3, tiene conto delle componenti spaziali dell'induzione magnetica, calcolate come somma del contributo delle correnti nei diversi conduttori e poi viene ulteriormente semplificato considerando il contributo di ciascuna singola terna:

Per esempio, nel caso di n. 2 terne di conduttori si ha:

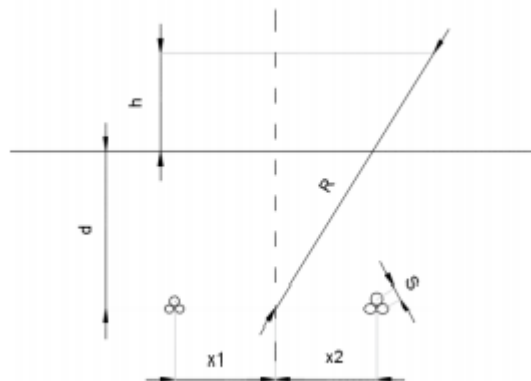
$$B = \frac{0.1 \cdot \sqrt{6} \cdot (I_1 \cdot S_1)}{(x - x_1) + (Y - d)^2} + \frac{0.1 \cdot \sqrt{6} \cdot (I_2 \cdot S_2)}{(x - x_2) + (Y - d)^2}$$

Dove:

Y = d + h

I₁ = Corrente terna 1 [A];

I₂ = Corrente terna 2 [A];



Sono state quindi calcolate, fissando vari valori di h, le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

Le tabella che segue mostra i valori della distribuzione, con un intervallo di campionamento dei valori in ascissa (ossia della distanza dall'asse centrale) pari a 0,5 m. per il caso di studio della distribuzione MT ovvero la breve tratta che entra nella sottostazione di utente dove confluisce tutta la potenza generata dall'impianto.

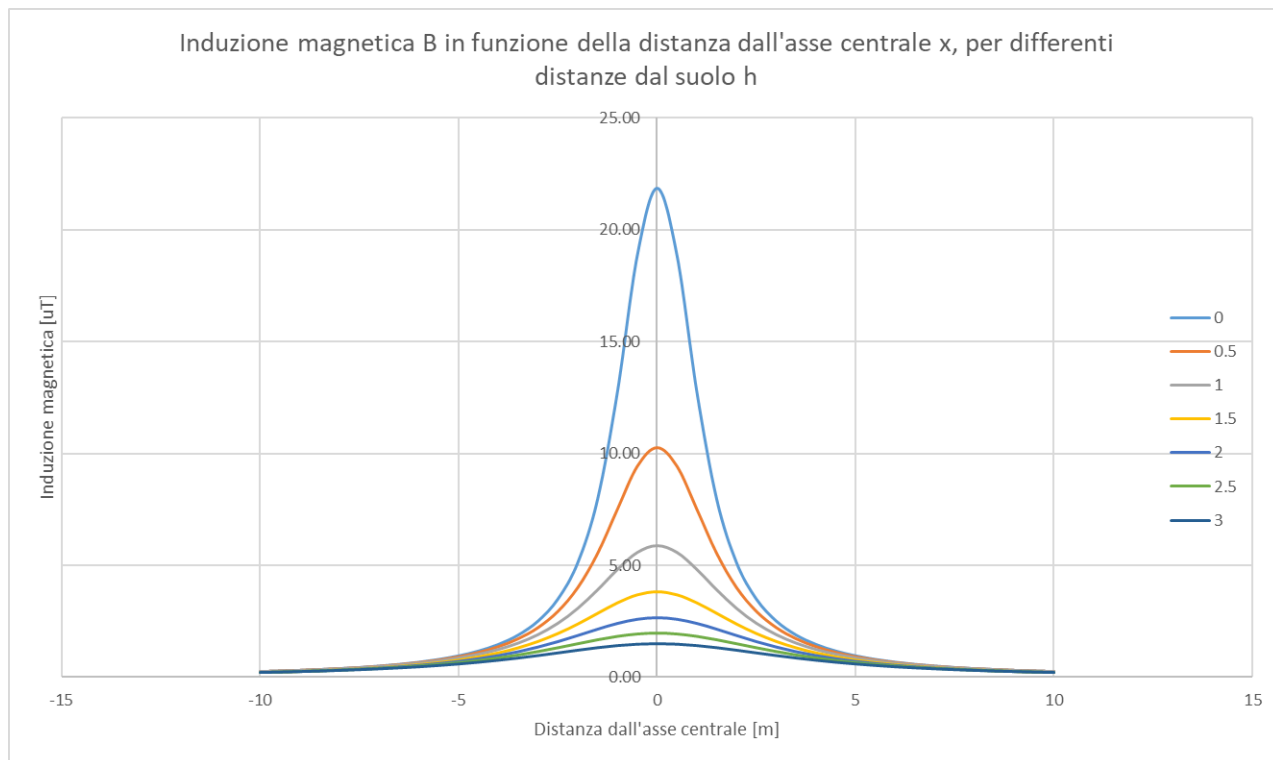
In questa tratta, della lunghezza di meno di 100 m è parzialmente all'interno della sottostazione elettrica di utente, che è area privata, recintata e il cui accesso è riservato solo a personale tecnico con preparazione specifica, sono presenti:

- n. 4 terne di cavo 3 x 1 x 500 percorse da una corrente massima di 337A
- n. 1 terna di cavo 3 x 1 x 500 percorse da una corrente massima di 421A.

I cavi hanno diametro esterno (S) di 56mm.

| VALORI DI INDUZIONE PER DIVERSE DISTANZE DALL'ASSE DEL CAVIDOTTO E DIVERSE ALTEZZE | | | | | | | |
|--|-----------------------|-------|------|------|------|------|------|
| Distanza da asse y [m] | Distanza da suolo [m] | | | | | | |
| | 0 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 2.5 | 3 |
| -10 | 0.24 | 0.24 | 0.23 | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.21 |
| -9.5 | 0.27 | 0.26 | 0.26 | 0.25 | 0.25 | 0.24 | 0.23 |
| -9 | 0.30 | 0.29 | 0.29 | 0.28 | 0.27 | 0.26 | 0.25 |
| -8.5 | 0.33 | 0.33 | 0.32 | 0.31 | 0.30 | 0.29 | 0.28 |
| -8 | 0.38 | 0.37 | 0.36 | 0.35 | 0.33 | 0.32 | 0.30 |
| -7.5 | 0.43 | 0.42 | 0.40 | 0.39 | 0.37 | 0.36 | 0.34 |
| -7 | 0.49 | 0.48 | 0.46 | 0.44 | 0.42 | 0.40 | 0.37 |
| -6.5 | 0.57 | 0.55 | 0.53 | 0.50 | 0.48 | 0.45 | 0.42 |
| -6 | 0.66 | 0.64 | 0.61 | 0.58 | 0.54 | 0.51 | 0.47 |
| -5.5 | 0.79 | 0.75 | 0.71 | 0.67 | 0.62 | 0.57 | 0.53 |
| -5 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.78 | 0.72 | 0.65 | 0.59 |
| -4.5 | 1.16 | 1.09 | 1.01 | 0.92 | 0.84 | 0.75 | 0.67 |
| -4 | 1.46 | 1.35 | 1.23 | 1.10 | 0.98 | 0.86 | 0.76 |
| -3.5 | 1.88 | 1.71 | 1.52 | 1.33 | 1.15 | 1.00 | 0.86 |
| -3 | 2.50 | 2.21 | 1.90 | 1.61 | 1.36 | 1.15 | 0.97 |
| -2.5 | 3.49 | 2.93 | 2.41 | 1.96 | 1.60 | 1.31 | 1.09 |
| -2 | 5.12 | 4.00 | 3.08 | 2.38 | 1.87 | 1.49 | 1.21 |
| -1.5 | 7.95 | 5.53 | 3.91 | 2.86 | 2.15 | 1.67 | 1.33 |
| -1 | 12.77 | 7.51 | 4.83 | 3.32 | 2.41 | 1.82 | 1.42 |
| -0.5 | 18.86 | 9.43 | 5.59 | 3.68 | 2.59 | 1.92 | 1.48 |
| 0 | 21.87 | 10.26 | 5.89 | 3.81 | 2.66 | 1.96 | 1.51 |
| 0.5 | 18.86 | 9.43 | 5.59 | 3.68 | 2.59 | 1.92 | 1.48 |
| 1 | 12.77 | 7.51 | 4.83 | 3.32 | 2.41 | 1.82 | 1.42 |
| 1.5 | 7.95 | 5.53 | 3.91 | 2.86 | 2.15 | 1.67 | 1.33 |
| 2 | 5.12 | 4.00 | 3.08 | 2.38 | 1.87 | 1.49 | 1.21 |
| 2.5 | 3.49 | 2.93 | 2.41 | 1.96 | 1.60 | 1.31 | 1.09 |
| 3 | 2.50 | 2.21 | 1.90 | 1.61 | 1.36 | 1.15 | 0.97 |
| 3.5 | 1.88 | 1.71 | 1.52 | 1.33 | 1.15 | 1.00 | 0.86 |
| 4 | 1.46 | 1.35 | 1.23 | 1.10 | 0.98 | 0.86 | 0.76 |
| 4.5 | 1.16 | 1.09 | 1.01 | 0.92 | 0.84 | 0.75 | 0.67 |
| 5 | 0.95 | 0.90 | 0.85 | 0.78 | 0.72 | 0.65 | 0.59 |
| 5.5 | 0.79 | 0.75 | 0.71 | 0.67 | 0.62 | 0.57 | 0.53 |
| 6 | 0.66 | 0.64 | 0.61 | 0.58 | 0.54 | 0.51 | 0.47 |
| 6.5 | 0.57 | 0.55 | 0.53 | 0.50 | 0.48 | 0.45 | 0.42 |
| 7 | 0.49 | 0.48 | 0.46 | 0.44 | 0.42 | 0.40 | 0.37 |
| 7.5 | 0.43 | 0.42 | 0.40 | 0.39 | 0.37 | 0.36 | 0.34 |
| 8 | 0.38 | 0.37 | 0.36 | 0.35 | 0.33 | 0.32 | 0.30 |
| 8.5 | 0.33 | 0.33 | 0.32 | 0.31 | 0.30 | 0.29 | 0.28 |
| 9 | 0.30 | 0.29 | 0.29 | 0.28 | 0.27 | 0.26 | 0.25 |
| 9.5 | 0.27 | 0.26 | 0.26 | 0.25 | 0.25 | 0.24 | 0.23 |
| 10 | 0.24 | 0.24 | 0.23 | 0.23 | 0.22 | 0.22 | 0.21 |

I dati della tabella precedente sono qui riportati in forma grafica.



Dalla tabella precedente e dal grafico, si ricavano alcuni importanti valori di seguito elencati:

- Distanza in verticale rispetto all'asse centrale dell'elettrodotto con induzione magnetica > a 3 μT : 2,83 m;
- Fascia di rispetto al di sopra del terreno: 1,83 m;
- Distanza di Prima Approssimazione: 2,72 m, approssimata a 3 m;

6 CONCLUSIONI

L'impianto eolico in oggetto non produce effetti negativi da campi elettrici e magnetici sulla popolazione esterna (così come definita in premessa) per quanto riguarda la frequenza di rete (50 Hz) in conformità alla normativa vigente.

Si evidenzia che all'interno delle DPA, definite per la distribuzione MT non si rilevano 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 affermare che a seguito della realizzazione delle opere elettriche, l'impianto eolico analizzato non produce effetti negativi da campi elettrici e magnetici sulla popolazione esterna per quanto riguarda la frequenza di rete (50 Hz) in conformità alla normativa vigente.

Si ricorda infatti che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema, in quanto sia l'obiettivo di qualità di $3 \mu\text{T}$ che il limite di attenzione di $10 \mu\text{T}$ fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali degli aerogeneratori, ipotizzando il funzionamento a piena potenza. Data la natura non programmabile della fonte eolica, e la sua aleatorietà nel tempo, i valori reali saranno certamente inferiori a quelli utilizzati nei calcoli, con una significativa diminuzione del valore dei campi elettromagnetici generati, ben al di sotto dei valori normativi precedentemente illustrati.