

PONENTE GREEN POWER S.R.L	green&green evolve. green&green	CODICE ELABORATO C24FR001WA004R00
		PAGINA 1 di 19

AVAILABLE LANGUAGE: IT

Regione Friuli-Venezia Giulia

Provincia di Udine

Comuni di Pulfero, Torreano, Cividale Del Friuli, Moimacco e San Pietro al Natisone

“Impianto eolico “Pulfar” di potenza nominale pari a 28,8 MW integrato
con un sistema di accumulo di potenza nominale pari a 20 MW
da realizzarsi nei Comuni di Pulfero, Torreano, Cividale Del Friuli, Moimacco e
San Pietro al Natisone (UD)”

RELAZIONE DI ESPOSIZIONE AI CAMPI ELETTROMAGNETICI OPERE UTENTE

Il Tecnico
Ing. Maria Angela Sblendido



Il Tecnico
Ing. Leonardo Sblendido



Professionista incaricato: Ing. Leonardo Sblendido - Ordine Ing. Provincia Cosenza n° 1947

Professionista incaricato: Ing. Maria Angela Sblendido - Ordine Ing. Provincia Milano n° 34193

File:C24FR001WA004R00_Relazione sui campi elettromagnetici opere utente

00	20/06/2025	Progetto definitivo	M. De Santo	D. Morelli
REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED
				APPROVED

PONENTE GREEN POWER S.R.L		CODICE ELABORATO C24FR001WA004R00																																																												
		PAG/NA 2 di 19																																																												
INDICE																																																														
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">1</td> <td style="width: 85%;">PREMESSA</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">3</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>NORMATIVA DI RIFERIMENTO</td> <td style="text-align: right;">5</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICO E MAGNETICO PER GLI ELETTRODOTTI INTERRATI IN PROGETTO.....</td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td> 3.1</td> <td>Caratteristiche principali degli elettrodotti in cavo interrato a 30 kV PER L'IMPIANTO EOLICO</td> <td style="text-align: right;">7</td> </tr> <tr> <td> 3.2</td> <td>Caratteristiche principali degli elettrodotti in cavo interrato a 30 kV PER L'IMPIANTO BESS...</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td> 3.3</td> <td>Mitigazione eventuale del campo magnetico</td> <td style="text-align: right;">8</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>VERIFICA DEL LIMITE DI ESPOSIZIONE</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td> 4.1</td> <td>Campo elettrico per gli elettrodotti in cavo interrato in progetto</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td> 4.2</td> <td>Campo di induzione magnetica per gli elettrodotti in cavo in progetto</td> <td style="text-align: right;">9</td> </tr> <tr> <td> 4.2.1</td> <td>Elettrodotto in cavo MT 30 kV impianto Eolico</td> <td style="text-align: right;">10</td> </tr> <tr> <td> 4.2.2</td> <td>Elettrodotto in cavo MT 30 kV impianto BESS</td> <td style="text-align: right;">12</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>VALUTAZIONE CEM E FASCE DI RISPETTO E DELL'INDUZIONE MAGNETICA</td> <td style="text-align: right;">13</td> </tr> <tr> <td> 5.1</td> <td>Metodologia di calcolo</td> <td style="text-align: right;">13</td> </tr> <tr> <td> 5.2</td> <td>Valutazione della DPA</td> <td style="text-align: right;">14</td> </tr> <tr> <td> 5.2.1</td> <td>Elettrodotto in Cavo interrato MT 30 kV, impianto eolico</td> <td style="text-align: right;">14</td> </tr> <tr> <td> 5.2.2</td> <td>Elettrodotto in Cavo interrato MT 30 kV, impianto BESS</td> <td style="text-align: right;">15</td> </tr> <tr> <td> 5.3</td> <td>Individuazione delle strutture potenzialmente sensibili</td> <td style="text-align: right;">16</td> </tr> <tr> <td>6</td> <td>VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO TRASFORMATORI MT/BT PER L'IMPIANTO BESS</td> <td style="text-align: right;">17</td> </tr> <tr> <td>7</td> <td>VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO PER LA SOTTOSTAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE 132/30 KV</td> <td style="text-align: right;">18</td> </tr> <tr> <td>8</td> <td>CONCLUSIONI</td> <td style="text-align: right;">18</td> </tr> </table>			1	PREMESSA	3	2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5	3	VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICO E MAGNETICO PER GLI ELETTRODOTTI INTERRATI IN PROGETTO.....	7	3.1	Caratteristiche principali degli elettrodotti in cavo interrato a 30 kV PER L'IMPIANTO EOLICO	7	3.2	Caratteristiche principali degli elettrodotti in cavo interrato a 30 kV PER L'IMPIANTO BESS...	8	3.3	Mitigazione eventuale del campo magnetico	8	4	VERIFICA DEL LIMITE DI ESPOSIZIONE	9	4.1	Campo elettrico per gli elettrodotti in cavo interrato in progetto	9	4.2	Campo di induzione magnetica per gli elettrodotti in cavo in progetto	9	4.2.1	Elettrodotto in cavo MT 30 kV impianto Eolico	10	4.2.2	Elettrodotto in cavo MT 30 kV impianto BESS	12	5	VALUTAZIONE CEM E FASCE DI RISPETTO E DELL'INDUZIONE MAGNETICA	13	5.1	Metodologia di calcolo	13	5.2	Valutazione della DPA	14	5.2.1	Elettrodotto in Cavo interrato MT 30 kV, impianto eolico	14	5.2.2	Elettrodotto in Cavo interrato MT 30 kV, impianto BESS	15	5.3	Individuazione delle strutture potenzialmente sensibili	16	6	VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO TRASFORMATORI MT/BT PER L'IMPIANTO BESS	17	7	VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO PER LA SOTTOSTAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE 132/30 KV	18	8	CONCLUSIONI	18
1	PREMESSA	3																																																												
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5																																																												
3	VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICO E MAGNETICO PER GLI ELETTRODOTTI INTERRATI IN PROGETTO.....	7																																																												
3.1	Caratteristiche principali degli elettrodotti in cavo interrato a 30 kV PER L'IMPIANTO EOLICO	7																																																												
3.2	Caratteristiche principali degli elettrodotti in cavo interrato a 30 kV PER L'IMPIANTO BESS...	8																																																												
3.3	Mitigazione eventuale del campo magnetico	8																																																												
4	VERIFICA DEL LIMITE DI ESPOSIZIONE	9																																																												
4.1	Campo elettrico per gli elettrodotti in cavo interrato in progetto	9																																																												
4.2	Campo di induzione magnetica per gli elettrodotti in cavo in progetto	9																																																												
4.2.1	Elettrodotto in cavo MT 30 kV impianto Eolico	10																																																												
4.2.2	Elettrodotto in cavo MT 30 kV impianto BESS	12																																																												
5	VALUTAZIONE CEM E FASCE DI RISPETTO E DELL'INDUZIONE MAGNETICA	13																																																												
5.1	Metodologia di calcolo	13																																																												
5.2	Valutazione della DPA	14																																																												
5.2.1	Elettrodotto in Cavo interrato MT 30 kV, impianto eolico	14																																																												
5.2.2	Elettrodotto in Cavo interrato MT 30 kV, impianto BESS	15																																																												
5.3	Individuazione delle strutture potenzialmente sensibili	16																																																												
6	VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO TRASFORMATORI MT/BT PER L'IMPIANTO BESS	17																																																												
7	VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO PER LA SOTTOSTAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE 132/30 KV	18																																																												
8	CONCLUSIONI	18																																																												

PONENTE GREEN POWER S.R.L		CODICE ELABORATO C24FR001WA004R00
		PAG/NA 3 di 19

1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di evidenziare l'ottemperanza alla normativa vigente in merito ai campi elettrici e magnetici generati dall'impianto eolico in progetto costituito da 4 aerogeneratori (anche detti WTG) di potenza nominale unitaria pari a 7,2 MWp, per una potenza nominale complessiva pari a 28,8 MW. L'impianto è integrato da un sistema di accumulo di potenza nominale pari a 20 MW e corredata dalle opere di connessione e dalle infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dello stesso. Tutte le turbine e le opere di connessione ricadono all'interno dei confini comunali di Pulfero, Torreano, Cividale Del Friuli, Moimacco e San Pietro al Natisone, in provincia di Udine.

Per come riportato nella STMG (cod. rintracciabilità: 451053913), l'impianto di produzione sarà allacciato alla rete di e-distribuzione mediante *collegamento diretto alla Cabina Primaria (CP)* “Cividale” con tensione di esercizio 132 kV. Tale soluzione prevede la realizzazione di uno STALLO AT AIS IN CP 150 kV.”

L'energia elettrica prodotta dall'impianto concorrerà al raggiungimento dell'obiettivo di incrementare la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, coerentemente con gli accordi siglati a livello comunitario dall'Italia.

L'impianto sarà destinato a funzionare in parallelo alla rete elettrica nazionale, in modo da immettere energia da fonte rinnovabile in rete; l'iniziativa, oltre a contribuire al potenziamento della produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile su territorio nazionale, sarà a servizio dei futuri fabbisogni energetici comunali.

Tali valutazioni sono state fatte nel pieno rispetto del **D.P.C.M. dell'8 luglio 2003**, “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”, nonché della “Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”, approvata con DM 29 maggio 2008. (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160).

I valori indicati sono i seguenti:

- **Limite di esposizione:** 100 µT per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico, intesi come valori efficaci;
- **Valore di attenzione:** 10 µT per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, da osservare negli ambienti abitativi, nelle aree gioco per l'infanzia, nelle scuole ed in tutti quei luoghi dove si soggiorna per più di quattro ore al giorno;
- **Obiettivo di qualità:** 3 µT per l'induzione magnetica, da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio, che deve essere rispettato nella

PONENTE GREEN POWER S.R.L		CODICE ELABORATO C24FR001WA004R00 PAG/NA 4 di 19
<p>progettazione dei nuovi elettrodotti in corrispondenza degli ambienti e delle aree definiti al punto precedente e nella progettazione dei nuovi insediamenti e delle nuove aree di cui sopra in prossimità di linee ed installazione elettriche esistenti.</p>		
<p>Per <u>“fasce di rispetto”</u> si intendono quelle definite dalla Legge 22 febbraio 2001 n° 36, ovvero il volume racchiuso dalla curva isolivello a 3 μT, all'interno delle quali non è consentita alcuna destinazione di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore, da determinare in conformità alla metodologia di cui al D.P.C.M. 08/07/2003.</p>		
<p>Tale DPCM prevede (art. 6 comma 2) che l'APAT, sentite le ARPA, definisca la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto con l'approvazione del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.</p>		
<p>Con Decreto 29 maggio 2008 (pubblicato in G.U. n. 156 del 05/07/2008 – Supplemento Ordinario n. 160) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare ha approvato la metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti.</p>		
<p>Le valutazioni in merito alla fascia di rispetto e dei campi elettromagnetici effettuate nella presente relazione si riferiscono alle seguenti opere in progetto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elettrodotto in cavo interrato MT a 30 kV dell'impianto eolico; • Elettrodotto in cavo interrato MT a 30 kV dell'impianto BESS; • Trasformatori MT/BT dell'impianto BESS; • Sottostazione Utente di Trasformazione 132/30 kV; 		
<p>Per le valutazioni relative alle opere di Rete:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stallo AIS in Cabina Primaria a 150 kV; • Elettrodotto in cavo interrato AT a 132 kV; 		
<p>si rimanda allo specifico elaborato: “CF24FR001WPT002R00_Relazione di esposizione ai campi elettromagnetici”</p>		

PONENTE GREEN POWER S.R.L		CODICE ELABORATO C24FR001WA004R00
		PAG/NA 5 di 19
2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO		
<p>Le linee guida per la limitazione dell'esposizione ai campi elettrici e magnetici variabili nel tempo ed ai campi elettromagnetici sono state indicate nel 1998 dalla ICNIRP (Commissione Internazionale per la Protezione dalle Radiazioni Non Ionizzanti).</p> <p>Il 12-7-99 il Consiglio dell'Unione Europea (UE) ha emesso una Raccomandazione agli Stati Membri volta alla creazione di un quadro di protezione della popolazione dai campi elettromagnetici, che si basa sui migliori dati scientifici esistenti; a tale proposito il Consiglio ha avallato proprio le linee guida dell'ICNIRP. Successivamente nel 2001, a seguito di un'ultima analisi condotta sulla letteratura scientifica, un Comitato di esperti della Commissione Europea ha raccomandato alla UE di continuare ad adottare tali linee guida.</p> <p>Lo Stato Italiano è successivamente intervenuto, con finalità di riordino e miglioramento della normativa in materia allora vigente in Italia attraverso la Legge quadro 36/2001, che ha individuato ben tre livelli di esposizione ed ha affidato allo Stato il compito di determinarli e aggiornarli periodicamente in relazione agli impianti che possono comportare esposizione della popolazione a campi elettrici e magnetici con frequenze comprese tra 0Hz e 300 GHz.</p> <p>L'art. 3 della Legge 36/2001 ha definito:</p> <ul style="list-style-type: none"> • <i>limite di esposizione</i> il valore di campo elettromagnetico da osservare ai fini della tutela della salute da effetti acuti; • <i>valore di attenzione</i>, come quel valore del campo elettromagnetico da osservare quale misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine; • <i>obiettivo di qualità</i>, come criterio localizzativo e standard urbanistico, oltre che come valore di campo elettromagnetico ai fini della progressiva minimizzazione dell'esposizione. <p>• Tale legge quadro italiana (36/2001), come ricordato dal citato Comitato di esperti della Commissione Europea, è stata emanata nonostante le raccomandazioni del Consiglio dell'Unione Europea del 12-7-99 sollecitassero gli Stati membri ad utilizzare le linee guida internazionali stabilite dall'ICNIRP. Tutti i paesi dell'Unione Europea hanno accettato il parere del Consiglio della UE, mentre l'Italia ha adottato misure più restrittive di quelle indicate dagli Organismi internazionali.</p> <p>• In esecuzione della predetta Legge quadro, è stato infatti emanato il 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 ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti.", che ha fissato il limite di esposizione in 100 microtesla (μT) per l'induzione magnetica e 5 kV/m per il campo elettrico; ha stabilito il valore di attenzione di 10 μT, a titolo di cautela per la protezione da possibili effetti a lungo termine nelle aree gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiori a quattro ore giornaliere; ha fissato, quale obiettivo di</p>		

PONENTE GREEN POWER S.R.L		CODICE ELABORATO C24FR001WA004R00
		PAG/INA 6 di 19
<p>qualità, da osservare nella progettazione di nuovi elettrodotti, il valore di 3 µT. È stato altresì esplicitamente chiaro che tali valori sono da intendersi come mediana di valori nell'arco delle 24 ore, in condizioni normali di esercizio. Si segnala come i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità stabiliti dal Legislatore italiano siano rispettivamente 10 e 33 volte più bassi di quelli internazionali.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Al riguardo è opportuno anche ricordare che, in relazione ai campi elettromagnetici, la tutela della salute viene attuata – nell'intero territorio nazionale – esclusivamente attraverso il rispetto dei limiti prescritti dal D.P.C.M. 08.07.2003, al quale soltanto può farsi utile riferimento. • In tal senso, con sentenza n. 307 del 7.10.2003 la Corte Costituzionale ha dichiarato l'illegittimità di alcune leggi regionali in materia di tutela dai campi elettromagnetici, per violazione dei criteri in tema di ripartizione di competenze fra Stato e Regione stabiliti dal nuovo Titolo V della Costituzione. Come emerge dal testo della sentenza, una volta fissati i valori-soglia di cautela per la salute, a livello nazionale, non è consentito alla legislazione regionale derogarli neanche in melius¹ <hr/>		
<p>¹ Nella sentenza (pagg. 51 e segg.) si legge testualmente: <i>“L'esame di alcune delle censure proposte nei ricorsi presuppone che si risponda all'interrogativo se i valori-soglia (limiti di esposizione, valori di attenzione, obiettivi di qualità definiti come valori di campo), la cui fissazione è rimessa allo Stato, possano essere modificati dalla Regione, fissando valori-soglia più bassi, o regole più rigorose o tempi più ravvicinati per la loro adozione. La risposta richiede che si chiarisca la ratio di tale fissazione. Se essa consistesse esclusivamente nella tutela della salute dai rischi dell'inquinamento elettromagnetico, potrebbe invero essere lecito considerare ammissibile un intervento delle Regioni che stabilisse limiti più rigorosi rispetto a quelli fissati dallo Stato, in coerenza con il principio, proprio anche del diritto comunitario, che ammette deroghe alla disciplina comune, in specifici territori, con effetti di maggiore protezione dei valori tutelati (cfr. sentenze n. 382 del 1999 e n. 407 del 2002). Ma in realtà, nella specie, la fissazione di valori-soglia risponde ad una ratio più complessa e articolata. Da un lato, infatti, si tratta effettivamente di proteggere la salute della popolazione dagli effetti negativi delle emissioni elettromagnetiche (e da questo punto di vista la determinazione delle soglie deve risultare fondata sulle conoscenze scientifiche ed essere tale da non pregiudicare il valore protetto); dall'altro, si tratta di consentire, anche attraverso la fissazione di soglie diverse in relazione ai tipi di esposizione, ma uniformi sul territorio nazionale, e la graduazione nel tempo degli obiettivi di qualità espressi come valori di campo, la realizzazione degli impianti e delle reti rispondenti a rilevanti interessi nazionali, sottesi alle competenze concorrenti di cui all'art. 117, terzo comma, della Costituzione, come quelli che fanno capo alla distribuzione dell'energia e allo sviluppo dei sistemi di telecomunicazione. Tali interessi, ancorché non resi esplicativi nel dettato della legge quadro in esame, sono indubbiamente sottesi alla considerazione del “preminente interesse nazionale alla definizione di criteri unitari e di normative omogenee” che, secondo l'art. 4, comma 1, lettera a, della legge quadro, fonda l'attribuzione allo Stato della funzione di determinare detti valori-soglia. In sostanza, la fissazione a livello nazionale dei valori-soglia, non derogabili dalle Regioni nemmeno in senso più restrittivo, rappresenta il punto di equilibrio fra le esigenze contrapposte di evitare al massimo l'impatto delle emissioni elettromagnetiche, e di realizzare impianti necessari al paese, nella logica per cui la competenza delle Regioni in materia di trasporto dell'energia e di ordinamento della comunicazione è di tipo concorrente, vincolata ai principi fondamentali stabiliti dalle leggi dello Stato. Tutt'altro discorso è a farsi circa le discipline localizzative e territoriali. A questo proposito è logico che riprenda pieno vigore l'autonoma capacità delle Regioni e degli enti locali di regolare l'uso del proprio territorio, purché, ovviamente, criteri localizzativi e standard urbanistici rispettino le esigenze della</i></p>		

pianificazione nazionale degli impianti e non siano, nel merito, tali da impedire od ostacolare ingiustificatamente l'insediamento degli stessi”.

3 VALUTAZIONE DEI CAMPI ELETTRICO E MAGNETICO PER GLI ELETTRODOTTI INTERRATI IN PROGETTO

Nei paragrafi seguenti si riportano sinteticamente le principali caratteristiche tecniche degli elettrodotti in progetto.

3.1 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEGLI ELETTRODOTTI IN CAVO INTERRATO A 30 KV PER L'IMPIANTO EOLICO

Relativamente al parco eolico in oggetto il caso più impattante ai fini dell'analisi elettromagnetica risulta essere il percorso di cavidotto che realizza la connessione tra i cluster e la SSE 132/30 kV, il quale sarà realizzato mediante due terne di cavi unipolari del tipo ARE4H1R 18/30 (36) kV, costituiti da un conduttore in alluminio, isolamento in polietilene reticolato (XLPE), schermo in fili di rame rosso, con nastro di rame in controspirale, rivestimento esterno con mescola a base di PVC, qualità ST2. Ciascun conduttore avrà una sezione indicativa di 500 mm².

Le caratteristiche elettriche degli elettrodotti in cavo interrato in progetto sono le seguenti:

PARAMETRO	VALORE
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	30 kV
Portata di corrente di progetto Terna 1	307.92 A
Portata di corrente di progetto Terna 2	307.92 A
Sezione nominale del conduttore per la Terna 1	500 mm ²
Sezione nominale del conduttore per la Terna 2	500 mm ²
Isolante	XLPE
Diametro esterno massimo	53.8 mm
Peso cavo	2980 kg/m
Profondità di posa del cavo	1.70 m

La portata in corrente sopra indicata è conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-17.

PONENTE GREEN POWER S.R.L		CODICE ELABORATO C24FR001WA004R00
PAG/NA 8 di 19		

3.2 CARATTERISTICHE PRINCIPALI DEGLI ELETTRODOTTI IN CAVO INTERRATO A 30 KV PER L'IMPIANTO BESS

Relativamente al parco eolico in oggetto il caso più impattante ai fini dell'analisi elettromagnetica risulta essere il percorso di cavidotto che realizza la connessione tra i cluster BESS e la SSE 132/30 kV, il quale sarà realizzato mediante due terne di cavi tripolari a elica visibile del tipo ARE4H1RX 18/30 (36) kV, costituiti da tre conduttori in alluminio, isolamento in mescola di polietilene reticolato, schermo in fili di rame rosso e contorsionale, rivestimento esterno con mescola a base di PVC, qualità ST2. Ciascun conduttore avrà una sezione indicativa di 150 mm².

Le caratteristiche elettriche degli elettrodotti in cavo interrato in progetto sono le seguenti:

PARAMETRO	VALORE
Frequenza nominale	50 Hz
Tensione nominale	30 kV
Portata di corrente di progetto Terna 1	215.54 A
Portata di corrente di progetto Terna 2	215.54 A
Sezione nominale del conduttore per la Terna 1	150 mm ²
Sezione nominale del conduttore per la Terna 2	150 mm ²
Isolante	XLPE
Diametro esterno massimo	95.5 mm
Peso cavo	4539 kg/m
Profondità di posa del cavo	1.25 m

La portata in corrente sopra indicata è conforme a quanto prescritto dalla norma CEI 11-17.

3.3 MITIGAZIONE EVENTUALE DEL CAMPO MAGNETICO

I tracciati di posa dei cavi sono generalmente studiati in modo che il valore di induzione magnetica sia sempre inferiore a 3 µT in corrispondenza di edifici ad uso residenziale, scolastico, sanitario, ovvero un uso che comporti una permanenza superiore a 4 ore.

In caso di assoluta impossibilità di rispettare quanto prescritto, si adotteranno tutti i metodi possibili per ridurre, in modo significativo, il campo magnetico prodotto dal cavo e dalle relative buche giunti garantendo il rispetto dell'obiettivo di qualità.

PONENTE GREEN POWER S.R.L		CODICE ELABORATO C24FR001WA004R00 PAG/NA 9 di 19
<p>Le misure di mitigazione del campo che possono essere messe in atto sono le seguenti:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Variazione della disposizione dei conduttori e della geometria di posa; • Introduzione di circuiti di compensazione (loop passivi); • Aggiunta di schermi metallici. <p>Tali sistemi di mitigazione del campo magnetico sono stati sperimentalmente provati ed applicati in altri impianti già realizzati con risultati positivi.</p> <p>L'eventuale installazione di elementi atti alla riduzione della DPA, nel dettaglio del tipo di tecnologia da impiegare (canalette schermanti o loop passivi), sarà oggetto di valutazione e studio in fase di progetto esecutivo nel quale si prenderà atto anche di eventuali richieste di ottemperanza da considerare per la conclusione dell'iter autorizzativo.</p>		
<h4>4 VERIFICA DEL LIMITE DI ESPOSIZIONE</h4> <p>La valutazione del campo di induzione magnetica al suolo per gli elettrodotti interrati è avvenuta mediante l'impiego del software MAGIC® (Magnetic Field Calculation), sviluppato da BEShielding S.r.l.</p> <p>La configurazione della geometria dei conduttori ed i valori delle grandezze elettriche sono quelli riportati nel Capitolo 3 e coincideranno con le reali condizioni di installazione una volta che l'opera sarà realizzata.</p> <p>La valutazione dei campi in elettrico e magnetico è stata eseguita in corrispondenza del suolo nelle condizioni maggiormente cautelative corrispondenti alla corrente generata nelle condizioni di massima potenza dell'impianto.</p>		
<h5>4.1 CAMPO ELETTRICO PER GLI ELETTRODOTTI IN CAVO INTERRATO IN PROGETTO</h5> <p>Per quanto riguarda gli elettrodotti in cavo interrato, la presenza dello schermo e della vicinanza dei conduttori delle tre fasi elettriche rende il campo elettrico di fatto nullo ovunque.</p> <p>Pertanto, il rispetto della normativa vigente è sempre garantito ovunque, indipendentemente dalla distanza dall'asse degli elettrodotti.</p>		
<h5>4.2 CAMPO DI INDUZIONE MAGNETICA PER GLI ELETTRODOTTI IN CAVO IN PROGETTO</h5> <p>Di seguito si riporta l'andamento del campo di induzione magnetica per gli elettrodotti in cavo in progetto.</p>		

4.2.1 Elettrodotto in cavo MT 30 kV impianto Eolico

Di seguito si riporta la posa dei cavi considerati per il calcolo e l'andamento del relativo campo di induzione magnetica.

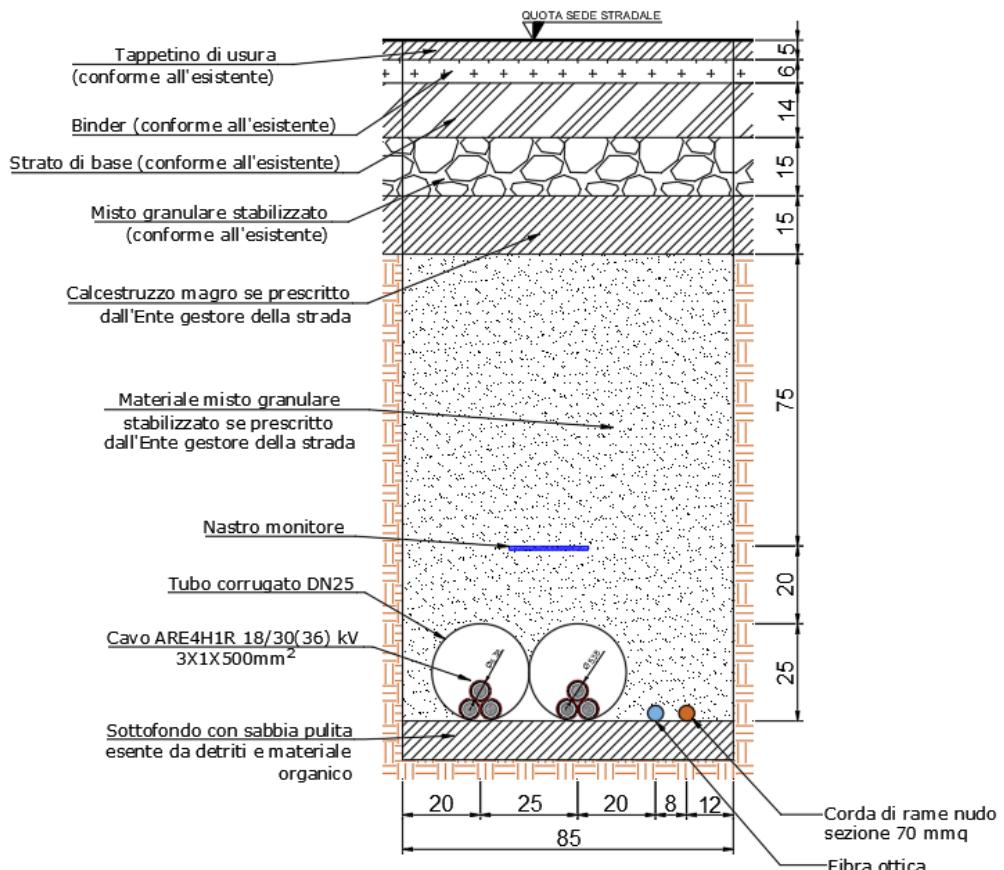


Figura 1 - Tipico di sezione cavidotto MT su strada asfaltata

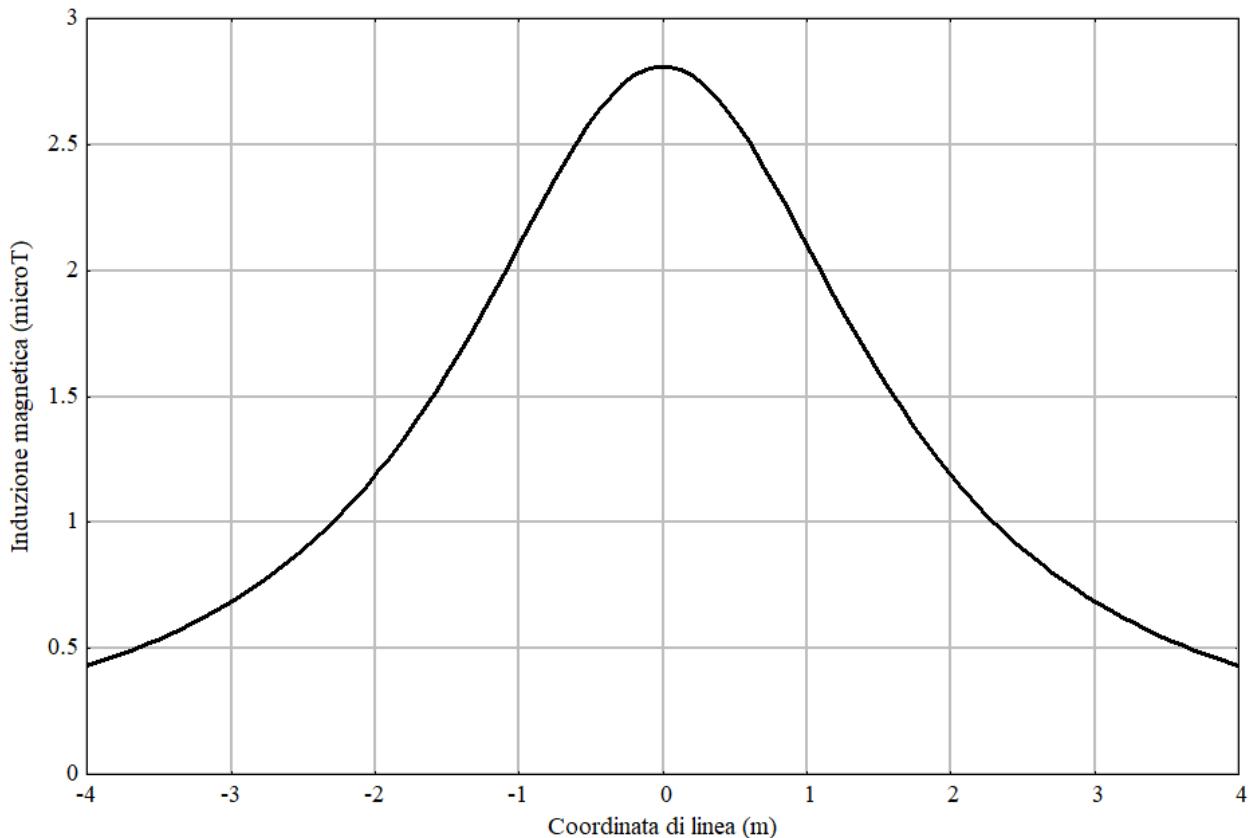


Figura 2 - Valori di induzione magnetica sulla quota stradale (m)

Come si evince dalle simulazioni effettuate, per l'elettrodotto interrato o a 30 kV, il valore del campo di induzione magnetica è sempre inferiore al limite previsto dal DPCM 08/07/03 fissato in **3 μ T**.

4.2.2 Elettrodotto in cavo MT 30 kV impianto BESS

Di seguito si riporta la posa dei cavi considerati per il calcolo e l'andamento del relativo campo di induzione magnetica.

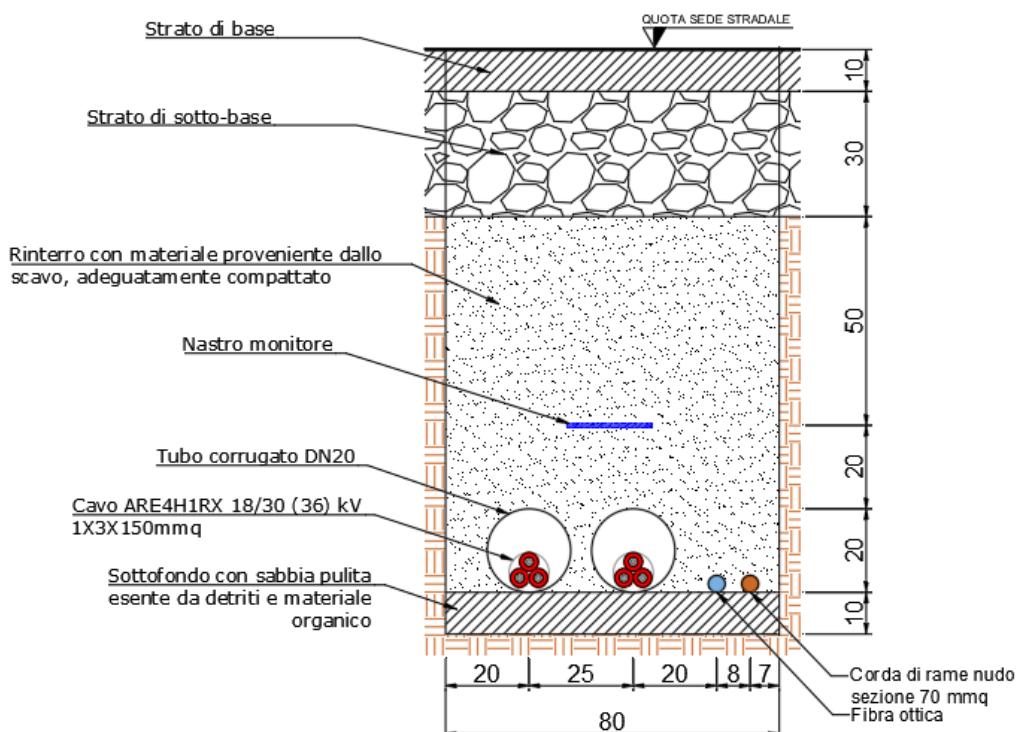


Figura 3 - Tipico di sezione cavidotto MT- BESS su strada bianca

Le particolarità costruttive dei cavi elicordati, ossia la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione dovuta alla cordatura, fanno sì che il campo di induzione magnetica prodotto sia notevolmente inferiore a quello prodotto da cavi analoghi posati in piano o a trifoglio. In aggiunta a questa prima considerazione, si inoltre precisa che, secondo quanto previsto dal Decreto 29 maggio 2008, la tutela in merito alle fasce di rispetto di cui all'art. 6 del DPCM 8 luglio 2003 non si applica alle linee di Media Tensione in cavo cordato ad elica (interrate o aree), in quanto le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.

PONENTE GREEN POWER S.R.L		CODICE ELABORATO C24FR001WA004R00
PAG/NA 13 di 19		

5 VALUTAZIONE CEM E FASCE DI RISPETTO E DELL'INDUZIONE MAGNETICA

5.1 METODOLOGIA DI CALCOLO

Per la valutazione delle fasce di rispetto e del campo di induzione magnetica generato dagli elettrodotti, è stata seguita la seguente metodologia, basata sull'utilizzo del software **MAGIC®** (Magnetic Field Calculation), sviluppato da BEShielding S.r.l., in conformità con la Legge Quadro n. 36/2001, il D.P.C.M. 8 luglio 2003, e la norma CEI 11-60:

1. Calcolo del campo magnetico e determinazione della DPA:

Il campo di induzione magnetica è stato calcolato utilizzando modelli numerici implementati nel software MAGIC®, i quali permettono di rappresentare in modo efficace il contributo generato dagli elettrodotti in condizioni reali di posa.

Per ciascun tratto è stata considerata la **massima corrente prevista** secondo quanto indicato nella norma CEI 11-60.

Sulla base dei risultati è stata determinata la Distanza di Prima Approssimazione (DPA), ossia la proiezione al suolo della distanza entro cui il valore di campo magnetico può superare la soglia di attenzione di **10 µT**.

2. Individuazione e classificazione dei recettori sensibili:

All'interno della DPA sono stati individuati i fabbricati potenzialmente sensibili, utilizzando:

- La Carta Tecnica Regionale e altre cartografie ufficiali;
- Ortofoto e visure catastali;
- Eventuali rilievi e sopralluoghi.

Per ogni fabbricato è stata effettuata una classificazione secondo la destinazione d'uso (residenziale, scolastica, sanitaria ecc.).

Si anticipa sin da subito che i risultati dei calcoli di cui al punto precedente hanno sempre dimostrato il pieno rispetto degli obiettivi di qualità di cui al DPCM 8 luglio 2003.

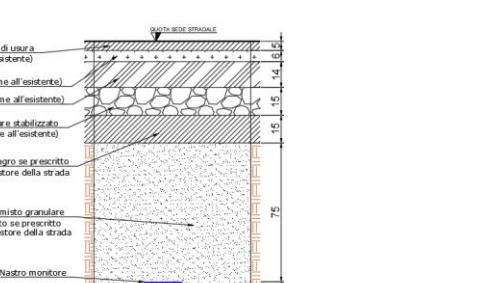
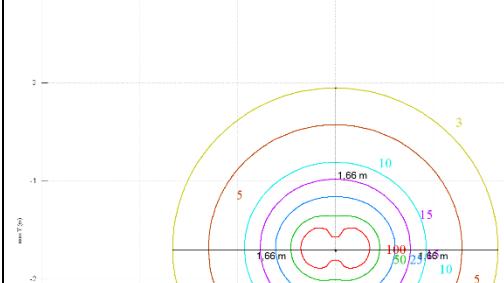
5.2 VALUTAZIONE DELLA DPA

Per gli elettrodotti in cavo interrato in progetto, ai fini del calcolo del campo magnetico, sono state considerate le massime correnti di esercizio.

Al fine di avere una stima della DPA in condizioni di assenza di interferenze (parallelismi e incroci con altri elettrodotti, cambi di direzione del tracciato, ecc) ovvero in condizioni indisturbate, sono state effettuate alcune simulazioni al fine di individuare una dimensione massima della DPA in condizioni indisturbate: tali simulazioni sono state effettuate con le configurazioni geometriche ed i valori delle grandezze elettriche già riportate nei capitoli precedenti e nelle relazioni tecniche illustrative.

Poiché il cavidotto in progetto avrà una tipologia di posa adeguata all'area attraversata, di seguito è riportata quella più comunemente utilizzata e, per essa, sono rappresentate le curve isocampo di induzione magnetica e la relativa DPA.

5.2.1 Elettrodotto in Cavo interrato MT 30 kV, impianto eolico

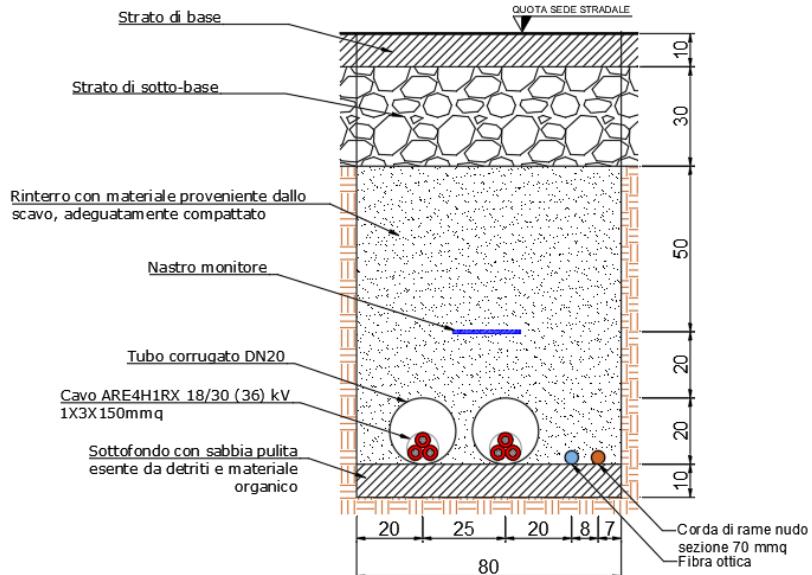
CONFIGURAZIONE	CURVE ISOLIVELLO
 <p>Diagramma tecnico della configurazione delle strati di costruzione della strada. Si mostra una struttura composta da diversi strati: Tappetino di usura (conforme all'esistente), Binder (conforme all'esistente), Strato di base (conforme all'esistente), Mito granulare stabilizzato (conforme all'esistente), Calcestruzzo magro se prescritto dall'Ente gestore della strada, Materie miste granulare stabilizzata se presente dall'Ente gestore della strada, Nastro monitor, Tubo corrugato DN25, Cavo ARE4HR 19/30/36 KV 3x1x500mm² e Sottofondo con sabbia pulita esente da detriti e materiali organici. Dimensioni specifiche sono indicate per ciascun strato, come 45, 14, 15, 15, 75, 20, 25, 20, 8, 12 e 85. Una nota alla base specifica la 'Corda di rame nudo sezione 70 mmq Fibra ottica'.</p>	 <p>Diagramma degli isolivelli (curves isolivello) mostrante le linee di livello concentriche intorno a un punto centrale. I valori delle linee di livello sono indicati come 3, 5, 10, 15, 20, 24, 30, 35 e 40. L'asse verticale è etichettato con "altezza (m)" e l'asse orizzontale con "lunghezza (m)". Il testo "Terne parallele" è posizionato in alto a sinistra del campo di visualizzazione.</p>

Le curve di isolivello mostrano che il valore di qualità di $3\mu\text{T}$ risulta essere, lungo l'asse y, a 1.66 m dalla posa del cavo MT. Considerando che i cavi sono posati alla profondità di 1.70 m dalla quota stradale, l'obiettivo di qualità risulta rispettato al di sopra della soglia stradale.

La distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione a terra dell'isolinea a 3 μT dall'asse della linea risulta pari a 1.66 m misurato a partire dall'asse $x=0$ da entrambi i lati, la Dpa è pari a 2 m (valore approssimato al mezzo metro superiore).

5.2.2 Elettrodotto in Cavo interrato MT 30 kV, impianto BESS

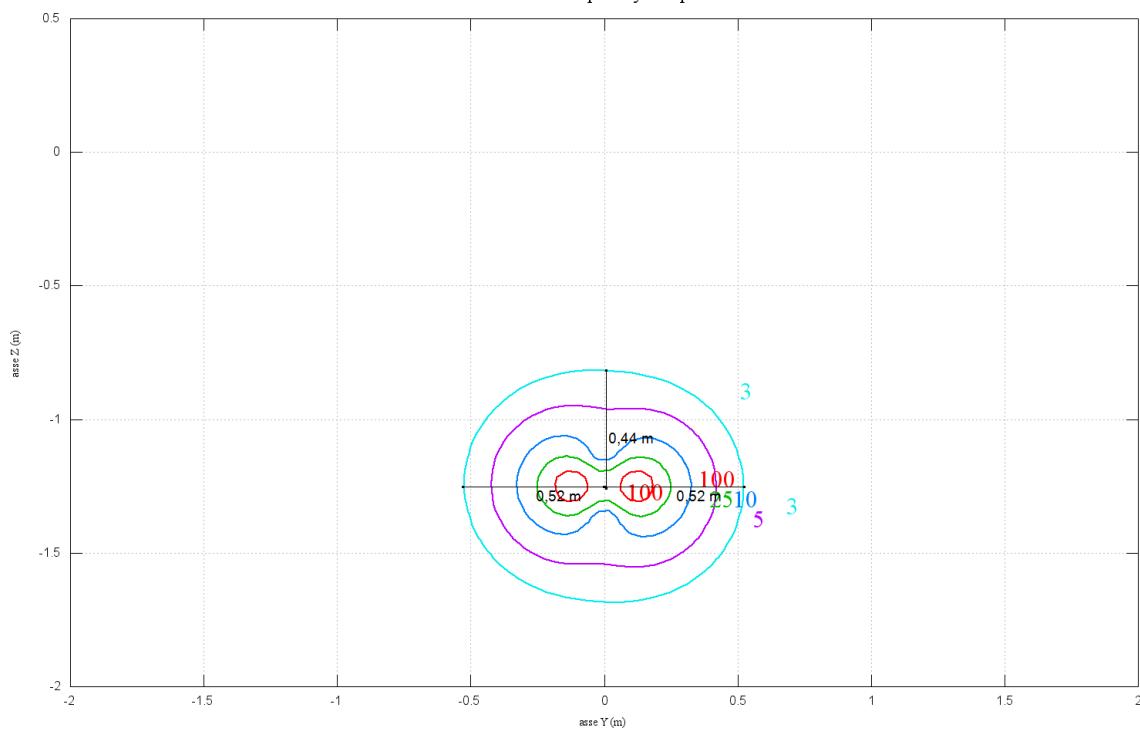
CONFIGURAZIONE



Posa su strada bianca

CURVE ISOLIVELLO

Cabina - calcolo su piano yz - quote X=0 m



DPA: circa 1 m per lato (approssimata al mezzo metro superiore)

PONENTE GREEN POWER S.R.L		CODICE ELABORATO C24FR001WA004R00 PAG/NA 16 di 19
<p>Le curve di isolivello mostrano che il valore di qualità di $3\mu\text{T}$ risulta essere, lungo l'asse y, a 0.44 m dalla posa del cavo MT. Considerando che i cavi sono posati alla profondità di 1.25 m dalla quota stradale, l'obiettivo di qualità risulta ampiamente rispettato al di sopra della soglia stradale.</p> <p>La distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione a terra dell'isolinea a $3 \mu\text{T}$ dall'asse della linea risulta pari a 0.44 m misurato a partire dall'asse $x=0$ da entrambi i lati, la Dpa è pari a 1 m (valore approssimato al mezzo metro superiore).</p> <p>Come già specificato nei capitoli precedenti, il campo di induzione magnetica prodotto è notevolmente inferiore rispetto a quello prodotto da cavi analoghi posati a trifoglio e le relative fasce di rispetto hanno un'ampiezza ridotta, inferiore alle distanze previste dal DM 21 marzo 1988, n. 449 e s.m.i.</p> <p>Si precisa inoltre che il tracciato del cavidotto interrato MT relativo all'impianto BESS risulta interamente confinato all'interno dell'area della SSE e del BESS e che tale spazio deve essere inteso come una via di passaggio, non come un'area di permanenza.</p>		
<h3>5.3 INDIVIDUAZIONE DELLE STRUTTURE POTENZIALMENTE SENSIBILI</h3> <p>Dopo aver individuato la proiezione a terra della fascia di rispetto si è proceduto alla individuazione dei fabbricati che ricadono al suo interno, ricorrendo alle informazioni desunte da:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Cartografia su Carta Tecnica Regionale; • Ortofoto; • Visure catastali. <p>I recettori sensibili ai fini della verifica del campo di induzione magnetica sono quelli classificabili come “luoghi adibiti a permanenze non inferiori alle quattro ore giornaliere”.</p> <p>Vale la pena evidenziare che tutte le strutture quali “raderi”, “baracche”, “tettoie”, “deposito attrezzi”, “deposito agricoli”, non possono essere considerate in alcun modo recettori sensibili dal momento che per le loro caratteristiche non hanno le condizioni di abitabilità che consentono la permanenza di persone per un tempo superiore alle 4 ore giornaliere.</p> <p>Con particolare riferimento a fabbricati diruti inseriti nella Categoria Catastale F2 - Unità Collabente, si fa presente una loro eventuale ristrutturazione al fine di renderli nuovamente agibili richiederebbe il rilascio di un titolo edilizio (DIA, Permesso di Costruire o altro atto) da parte dell'Ufficio tecnico del Comune in cui ricade la struttura e tale titolo autorizzativo non sarebbe rilasciabile per le seguenti motivazioni:</p>		

- durante l'iter di autorizzazione degli elettrodotti sono vigenti le misure di salvaguardia emanate con l'Avvio del Procedimento Autorizzativo;
- l'ottenimento dell'Autorizzazione alla costruzione e all'esercizio dell'elettrodotto, come noto, comporta ope legis, il cambio di destinazione urbanistica delle aree interessate e conseguentemente l'applicazione del disposto dell'articolo4, comma 1, lett. h della Legge 36/2001.

Nel caso in esame non risultano presenti recettori sensibili ricadenti all'interno della fascia di rispetto.

6 VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO TRASFORMATORI MT/BT PER L'IMPIANTO BESS

Riguardo agli elementi costitutivi del sistema BESS, è importante prendere in considerazione le cabine di trasformazione elettrica, dove i trasformatori MT/BT rappresentano la fonte primaria di emissione dei campi elettromagnetici e in particolare in corrispondenza del punto di collegamento dei cavi lato BT (0.69 kV) dove la corrente è più elevata. La taglia del trasformatore prevista nelle cabine dell'impianto BESS è di 5140 kVA con rapporto di trasformazione 33/0.69 kV.

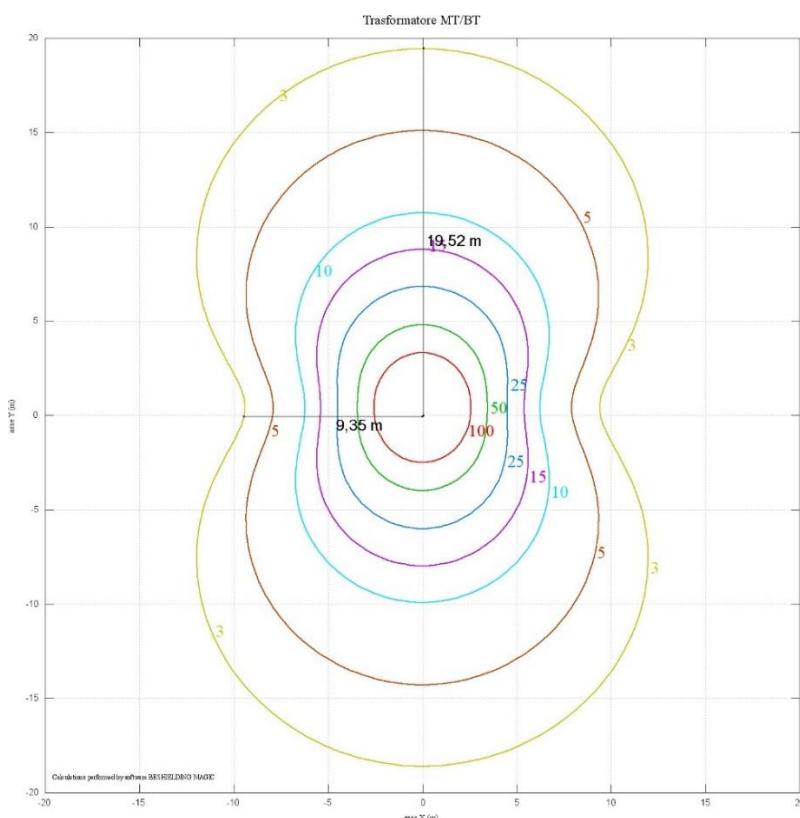


Figura 4 Curve di isolivello – simulazione trasformatore MT/VT

PONENTE GREEN POWER S.R.L		CODICE ELABORATO C24FR001WA004R00 PAG/NA 18 di 19
<p>Le curve di isolivello mostrano che il valore di qualità di $3\mu\text{T}$ risulta essere, lungo l'asse y, a 19.52 m dalla quota del suolo. La distanza, in pianta sul livello del suolo, della proiezione a terra dell'isolinea a $3 \mu\text{T}$ dall'asse della linea risulta pari a 9.35 m e la Dpa, considerando tale distanza approssimata al mezzo metro superiore, è pari a 10 m.</p>		
<p>È importante sottolineare che lo spazio attorno alle cabine MT/BT deve essere inteso come una via di passaggio, non come un'area di permanenza. L'accesso è consentito esclusivamente ai tecnici elettrici qualificati, e solo temporaneamente per attività di controllo, manutenzione o procedure tecniche specializzate, il tutto nel pieno rispetto delle normative di sicurezza vigenti e tenendo conto della totalità dei rischi professionali legati alle aziende di manutenzione.</p>		
<h2>7 VALUTAZIONE DEL CAMPO MAGNETICO PER LA SOTTOSTAZIONE UTENTE DI TRASFORMAZIONE 132/30 kV</h2>		
<p>La Sottostazione Utente (SSE) 132/33 kV di nuova realizzazione è anche essa oggetto di studio. Nell'allegato al Decreto Ministeriale 29/05/2008 a firma APAT "Metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti", al cap. 5 par. 2.2 Stazioni Primarie, viene detto quanto segue "Per questa tipologia di impianti la DPA e, quindi, la fascia di rispetto rientrano, generalmente, nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso. Comunque, nel caso l'autorità competente lo ritenga necessario, dovranno essere calcolate le fasce di rispetto relativamente agli elementi perimetrali (es. portali, sbarre, ecc.)".</p>		
<h2>8 CONCLUSIONI</h2> <p>In conclusione, dalle valutazioni effettuate si conferma che i tracciati degli elettrodotti di progetto sono stati studiati in modo da rispettare i limiti previsti dal DPCM 8 luglio 2003:</p> <ul style="list-style-type: none"> • il valore del campo elettrico è sempre inferiore al limite fissato in 5 kV/m; • il valore del campo di induzione magnetica valutato in asse linea a terra è sempre inferiore al Limite di esposizione di $3 \mu\text{T}$ nel caso degli elettrodotti MT di progetto; • Per quanto riguarda il valore del campo di induzione magnetica nei punti all'interno della proiezione a terra della fascia di rispetto (abitazioni, aree con permanenza di persone per più di 4 ore al giorno), si segnala l'assenza di recettori sensibili in queste aree; • Nel caso dei trasformatori MT/BT la DPA risulta essere all'interno dell'area d'impianto; • La SSE Utente di trasformazione sarà progettata e costruita in conformità alla normativa vigente (Legge 36/2001 e D.P.C.M. 08/07/2003), garantendo il rispetto dei limiti di campo elettrico e magnetico e assicurando che l'impatto della cabina primaria sia compatibile con i valori prescritti dalla normativa. 		

PONENTE GREEN POWER
S.R.L



CODICE ELABORATO

C24FR001WA004R00

PAG/NA
19 di 19

Il Tecnico
Ing. Maria Angela Sblendido



Il Tecnico
Ing. Leonardo Sblendido

