

INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "Foiano di Valfortore"

ADEGUAMENTO TECNICO IMPIANTO EOLICO MEDIANTE INTERVENTO DI REPOWERING DELLE TORRI ESISTENTI E RIDUZIONE NUMERICA DEGLI AEROGENERATORI



Edison Rinnovabili Spa
Foro Buonaparte, 31 - 20121 Milano



Progettazione Coordinamento	<p>GEKO S.p.A. Via Reno, 5 - 00198 Roma (RM) Tel. 06.88803910 Fax 06.45654740 E-Mail: gekospa@pec.gekospa.it</p>		<p>GVC S.r.l. Società di Ingegneria Via Nazionale Sauro, nr 126 - CAP 85100 Potenza (PZ) Tel. 09.71286145 E-Mail: gmr@gvcingegneria.it</p>		
Progettazione	<p>Seingim Vicolo degli Olmi, nr 57 - 30022 Ceggia (VE) Tel. 04.21323007 E-Mail: info@seingim.it</p>	Studi Geologico-Idrologico Idraulico	<p>Geol. Antonio Di Biase Piazza Padre Prosperino Gallipoli, nr 9 75024 Montescaglioso (MT) Tel. 347.059 7967</p>		
Studio Acustico Studio avifaunistico	<p>Teasistemi Via Ponte Piglieri, nr 8 - 56122 Pisa (PI) Tel. 05.06396101 E-Mail: info@tea-group.com</p>	Studi Naturalistici e Forestali	<p>Dott. Agr. Paolo Castelli Viale Croce Rossa, nr 25 - 90146 Palermo (PA) Tel. 334. 228 4087</p>		
Opera	<p>Progetto di Integrale Ricostruzione di n. 1 impianto eolico composto da 10 aerogeneratori da 6,6 MW per una potenza complessiva di 66,6 MW nel Comune di Foiano di Valfortore e relative opere di connessione alla località "Monte Barbato - Piano del Casino" con smantellamento di n. 47 aerogeneratori di potenza in esercizio pari a 33,20 MW.</p>				
Nome Elaborato:		Folder:			
GK-EN-C-FV-TB-ET-0064-01					
Descrizione Elaborato:					
Relazione di impatto elettromagnetico					
01	Maggio 2024	Emissione per progetto definitivo	Seingim S.r.l.	Geko S.p.A.	Edison Rinnovabili S.p.A.
00	Novembre 2023	Emissione per progetto definitivo	Seingim S.r.l.	Geko S.p.A.	Edison Rinnovabili S.p.A.
Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
Scala:	/	Integrale Ricostruzione Foiano			
Formato:	A4	Codice progetto AU <input style="width: 100px;" type="text"/>			

SOMMARIO

1	PREMESSA	2
2	UBICAZIONE DELLE OPERE	2
3	DEFINIZIONI	6
3.1	CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI	6
3.2	LIMITI DI ESPOSIZIONE ED EFFETTI BIOLOGICI.....	7
4	INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	8
5	CAMPI EM GENERATI DAL PARCO EOLICO	10
5.1	IDENTIFICAZIONE COMPONENTI	10
5.1.1	CAVI ELETTRICI.....	11
5.2	SOTTO-STAZIONE MT/AT DI UTENZA.....	16
6	CONCLUSIONI	16

1 PREMESSA

Scopo del presente studio è la redazione della relazione tecnica di impatto elettromagnetico relativo al progetto di realizzazione di nuovo parco eolico sito nel comune di Foiano di Val Fortore (BN).

Il progetto prevede il repowering con parziale ricostruzione di un parco già esistente:

- 1) la dismissione di n.47 torri aerogenerative (per un totale di 33,2 MW) e di tutti i componenti di impianto ad esse associate;
- 2) l'installazione di n. 10 nuovi aerogeneratori ad asse orizzontale (WTG *Wind Turbine Generator*) da 6,6 MW, per una potenza complessiva pari a 66,00 MW. Gli aerogeneratori saranno collegati tra di loro mediante cavidotti in media tensione interrato a 30 kV. Ciascuna torre ha un'altezza al mozzo pari a 105 m e presenta un rotore del diametro di 155 m.
- 3) l'installazione di n.10 quadri MT alla base di ogni torre per i collegamenti delle linee interne al parco del parco;
- 4) l'installazione di n.3 nuovi QMT nelle cabine secondarie CS1, CS2, CS3;
- 5) l'installazione di un nuovo quadro di media tensione (QMT-01) di consegna a 30 kV nell'Edificio 1 della Sottostazione Elettrica di Utente dove afferiranno le linee provenienti dal parco di Foiano;
- 6) l'installazione di una nuova cabina MT 20 kV (QMT-03) al quale afferiranno le linee provenienti dal parco esistente di Baselice (non oggetto di lavori);
- 7) la sostituzione del trasformatore elevatore AT/mt 150/20 kV da 40/50 MVA con un nuovo trasformatore a n.3 avvolgimenti 150/30/20 kV di potenza 90/75/15 MVA nella Sottostazione Elettrica di Utente (S.S.E.U.) ubicata nel Comune di Montefalcone di Val Fortore;
- 8) l'installazione di tutti i componenti di protezione in AT necessari per il collegamento alla stazione elettrica di Montefalcone della Rete di Trasmissione Nazionale (RTN);
- 9) l'installazione di nuovi a cavidotti a 30 kV interrati per collegare aerogeneratori e cabine alla Sottostazione S.S.E.U.

2 UBICAZIONE DELLE OPERE

Gli aerogeneratori saranno tutti ubicati nel Comune di Foiano di Val Fortore (BN); parte del cavidotto interrato attraverserà un'aera il comune di Montefalcone di Val Fortone (BN), per arrivare nell'area della Sottostazione Elettrica di Utente, ubicata in prossimità S.E.Terna di Montefalcone.

Le aree d'impianto saranno servite per la maggior parte dalla viabilità esistente: in prevalenza strade comunali, strade interpoderali e sterrate. Inoltre si prevederà l'adeguamento di strade esistenti e la realizzazione di nuovi tratti di passaggio ove fosse necessario.

Le nuove linee di cavidotti avranno una lunghezza complessiva di circa 18 km. Le condizioni di posa delle linee varieranno in funzione del:

- tipo di strada: (a) posa sotto strada asfaltata, (b) sotto strada asfaltata in attraversamento, (c) sotto strada sterrata, (d) sotto terreno vegetale;
- numero di terne di conduttori: 1, 2 o più terne.

La rete di distribuzione in Media Tensione sarà realizzata secondo uno schema radiale con linea principale e linee in derivazione provenienti dai diversi cluster (con tale termine viene qui indicato un gruppo di 2 o più aerogeneratori collegati tra loro e separati da altri gruppi facenti parte dello stesso impianto).

Gli aerogeneratori saranno connessi elettricamente mediante nuove linee a 30 kV, attraverso collegamenti entra/esci su quadri MT di ciascuno di essi.

Si riporta di seguito lo schema a blocchi del parco eolico di Foiano; ivi sono stati indicati i cavidotti di connessione tra le linee elettriche a 30 kV in partenza dai QMT a base torre, la tipologia di cavo e la lunghezza delle linee:

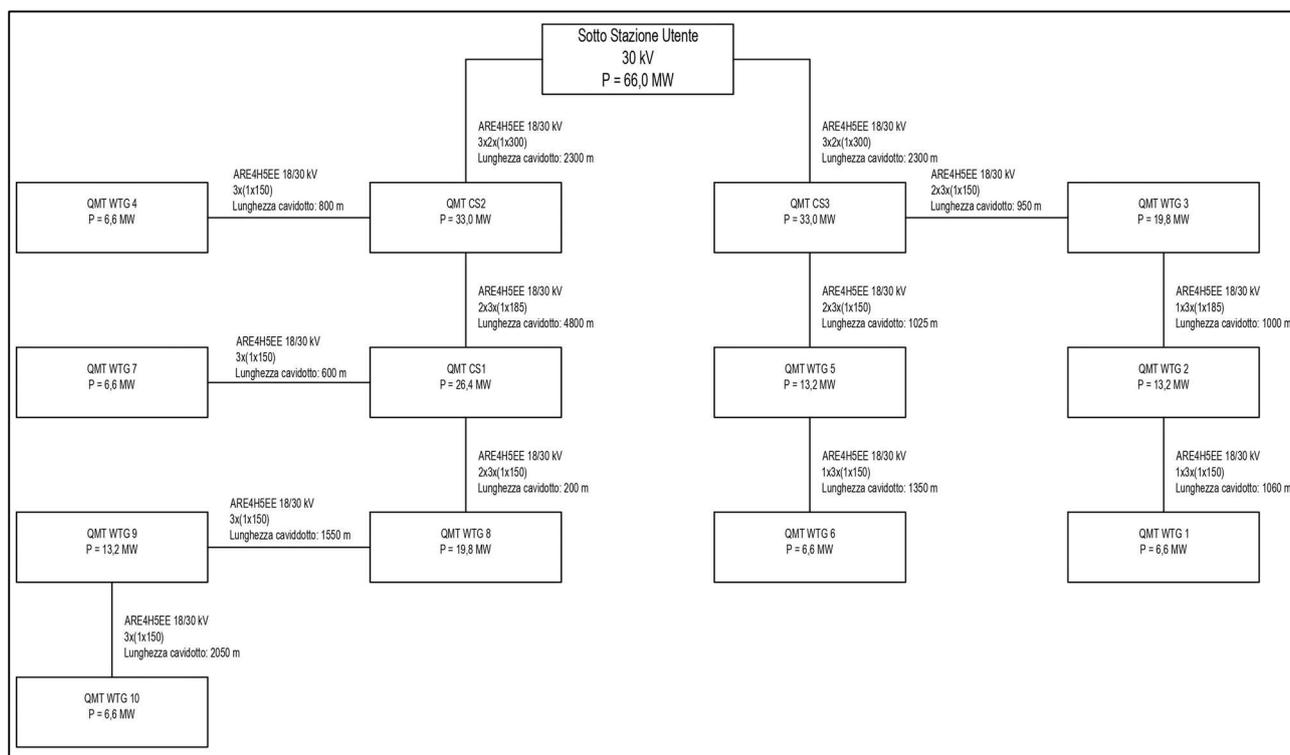


Figura 1 Schema di collegamento dei cluster del nuovo parco eolico di Foiano

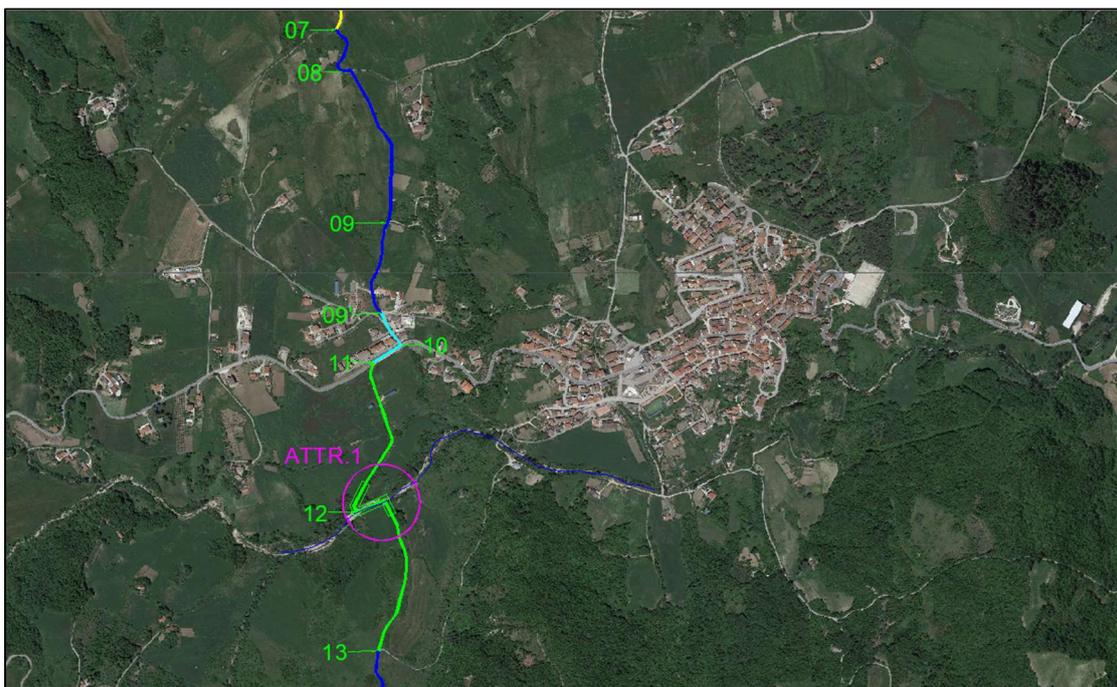
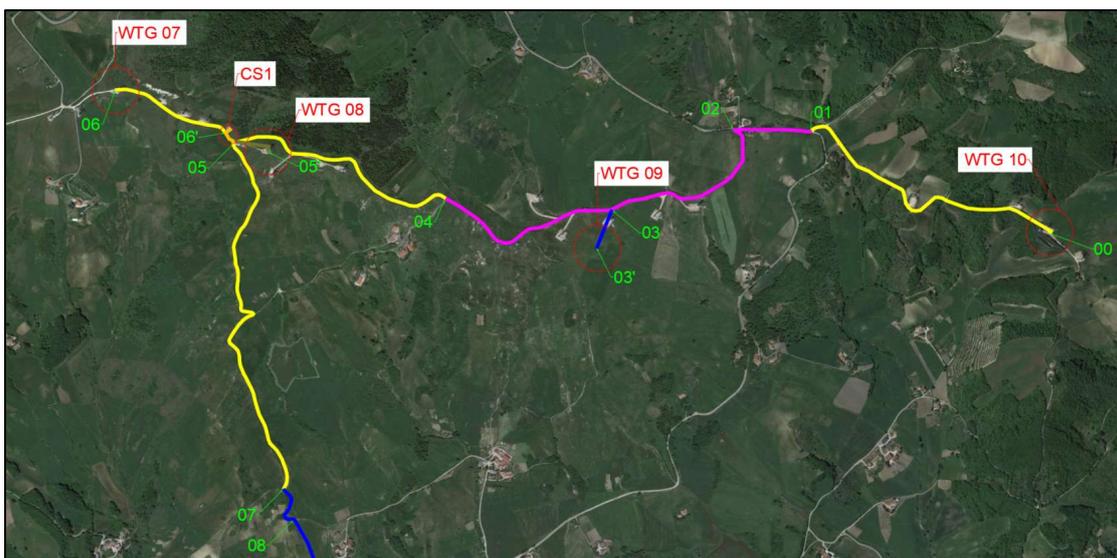
Le nuove linee del parco si possono descrivere sinteticamente di seguito:

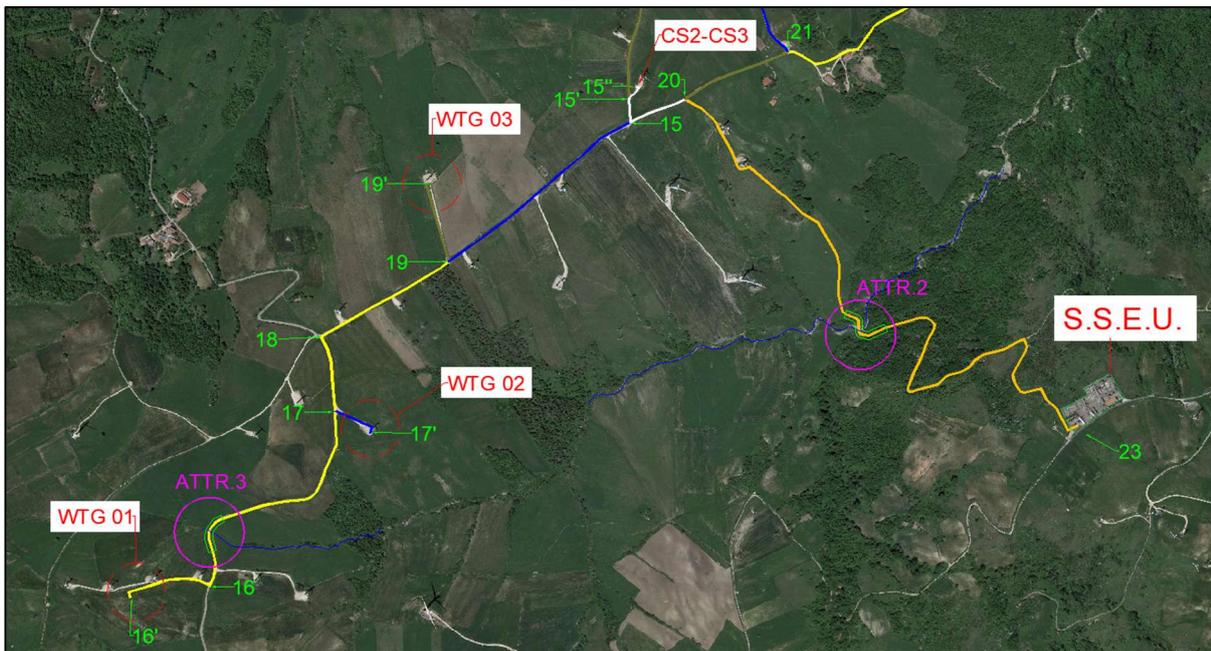
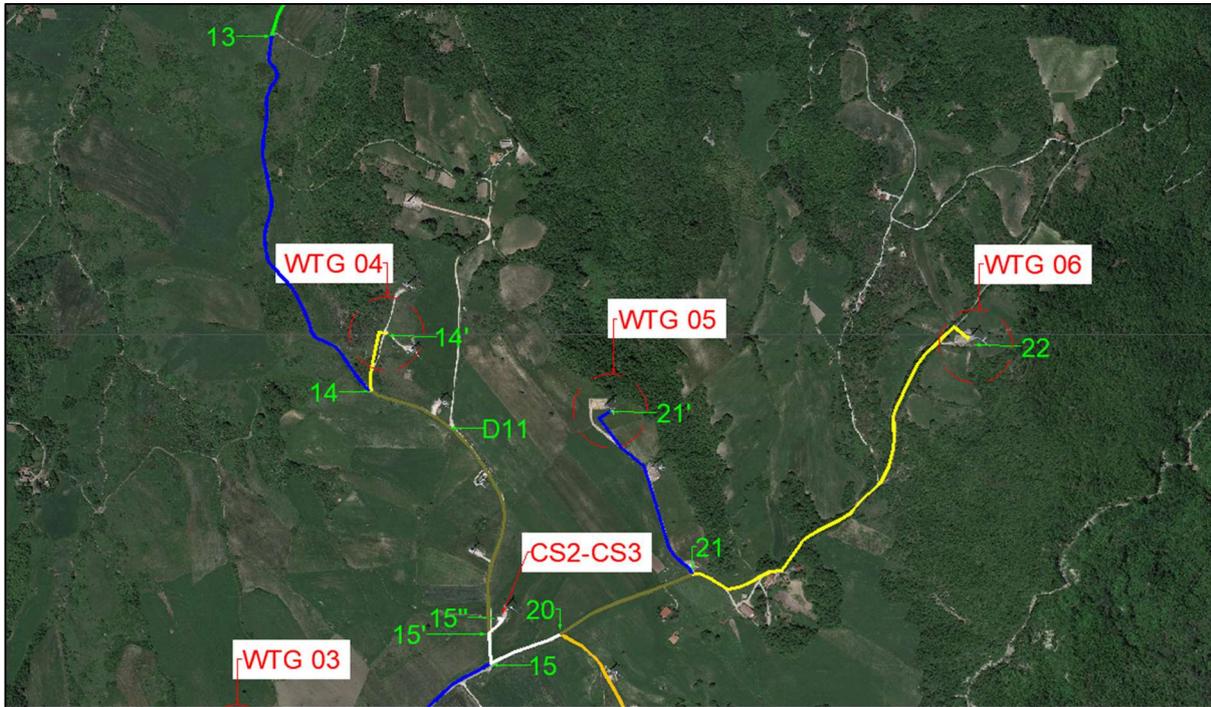
- LINEA n°1: interconnette gli aerogeneratori WTG1, WTG2, WTG3 (**cluster 1**); afferente alla cabina secondaria CS3;
- LINEA n°2: interconnette gli aerogeneratori WTG6, WTG5 (**cluster 2**); afferente alla cabina secondaria CS3;
- LINEA n°3: relativa al solo aerogeneratore WTG4, afferente alla cabina secondaria CS2;
- LINEA n°4: interconnette gli aerogeneratori WTG8, WTG9, WTG10 (**cluster 3**); afferente alla cabina secondaria CS1;
- LINEA n°5: relativa al solo aerogeneratore WTG7, afferente alla cabina secondaria CS1;
- LINEA n°6: interconnette la cabina secondaria CS1 alla cabina secondaria CS2;
- LINEA n°7: interconnette il QMT della cabina secondaria CS2 al nuovo QMT-01 a 30 kV nella S.S.E.U
- LINEA n°8: interconnette il QMT della cabina secondaria CS3 al nuovo QMT-01 a 30 kV nella S.S.E.U

L'energia verrà trasportata tramite dei cavi MT a 30 kV fino alla Sottostazione elettrica lato utente (S.S.E.U.) ubicata nel Comune di Montefalcone di Val Fortore (BN) .

I cavi saranno posati prevalentemente su percorsi interrati lungo la viabilità interna o esistente ad una profondità minima di 1,0 m e circondati da uno strato di sabbia. I cavidotti seguiranno percorsi interrati lungo la viabilità interna o esistente.

Gli scavi saranno ripristinati con riempimento di terreno non vagliato e compattato. Saranno infine posizionati pozzetti prefabbricati di ispezione in CLS, per la manutenzione della rete elettrica, in cui collocare le giunzioni dei cavi e i picchetti di terra. Vengono riportate nelle seguenti immagini le denominazioni dei nodi della nuova rete di cavidotti (con l'indicazione del tipo di posa), assieme all'ubicazione dei nuovi WTG 1-10, delle cabine secondarie CS1-2-3 e della S.S.E.U.:





POSA 1		ATTR.1	Trivellazione T.O.C.
POSA 2		X	Denominazione nodo rete cavidotti
POSA 3		WTG 10	Nuovi aerogeneratori
POSA 4		CS1	Cabine secondarie
POSA 5		S.S.E.U.	Sottostazione Elettrica di Utente
POSA 6			
POSA 7			
POSA 8			

La presente relazione rappresenta lo studio di impatto elettromagnetico relativo alla produzione di energia elettrica del parco eolico; tale studio è relativo al funzionamento delle seguenti opere:

- 1) Cavidotti MT
- 2) Sottostazione elettrica di utenza (SSE) 150/30 kV

3 DEFINIZIONI

L'effetto dei campi elettromagnetici (CEM o EMF) sugli organismi biologici è deducibile a partire dalle equazioni di Maxwell, mediante lo studio della propagazione, riflessione e assorbimento dei campi nei tessuti biologici.

In particolare, lo studio di possibili effetti legati all'esposizione a campi elettromagnetici è affrontato dal bioelettromagnetismo, che in sintesi è basato sull'analisi di due aspetti:

DOSIMETRIA	Valutazione quantitativa del CEM a cui è esposto un soggetto in presenza di una data sorgente elettromagnetica.
EFFETTI BIOLOGICI	Valutazione di possibili effetti biologici legati all'esposizione a una certa dose di CEM. Tali effetti biologici possono essere sia dannosi che positivi (nel caso di applicazioni biomedicali), e sono strettamente legati alle caratteristiche dei campi elettromagnetici cui si è esposti: frequenza, intensità, polarizzazione, forma d'onda.

Il parametro da considerare nella fase preliminare è la frequenza, in quanto i CEM a bassa frequenza agiscono su un sistema biologico secondo meccanismi sostanzialmente diversi da quelli ad alta frequenza. La normativa in vigore distingue tra gli studi di:

- **campi EMF quasi statici**
- **campi EMF a radio frequenza**

Il caso di campi EMF quasi statici è applicabile nel caso di impianti di distribuzione di energia a 50 Hz, rientranti quindi nell'intervallo di sorgenti tra 30-300 Hz (impianti ELF=Extremely Low Frequencies). Il CEM elettromagnetico è dato dalla composizione puntuale dei vettori campo elettrico e induzione magnetica. Nel caso della bassa frequenza, come quello degli elettrodotti a 50 Hz per il parco di Foiano, è possibile dimostrare che campi elettrici (CE) e magnetici (CM) sono sostanzialmente indipendenti (o disaccoppiati), per cui possono essere trattati separatamente.

I campi EMF sono descrivibili nello spazio mediante quattro vettori: 1) E (campo elettrico) 2) H (campo magnetico); D (spostamento elettrico); B (induzione magnetica).

3.1 CAMPI ELETTRICI E MAGNETICI

- **Campo CE:** varia proporzionalmente alla tensione della sorgente. Nel caso di un elettrodotto si attenua notevolmente a distanze più elevate. Poiché i valori efficaci (RMS *Root Mean Square*) delle tensioni di linee variano debolmente, l'intensità del campo CE viene considerata costante in prima approssimazione. La

presenza di ostacoli (quali edifici, alberi, oggetti conduttori eccetera) in prossimità delle linee riduce l'intensità del CE. Per elettrodotti aerei l'intensità massima del CE si misura generalmente al centro della campata (punto di minore distanza dal suolo).

Il campo elettrico si misura in V/m: dal punto di vista fisico dipende dalla presenza di cariche elettriche (intensità e voltaggio della corrente). La relazione che descrive l'andamento del campo elettrico nello spazio è la seguente:

$$E = \rho \frac{I}{2\pi r^2}$$

da cui si evince facilmente come il CE si riduce all'aumentare della distanza dalla sorgente.

La disposizione dei conduttori di linea incide sull'intensità del campo; per il caso di elettrodotti interrati come nel caso del parco eolico di Foiano di Val Fortore, il CE è ridotto dalla schermatura dei cavi e dall'interramento: generalmente in questo caso già a breve distanza dal cavo il campo è sostanzialmente trascurabile (considerate le caratteristiche dielettriche del terreno, il piano di terra risulta un riferimento elettrico equipotenziale, a potenziale nullo). Pertanto, le normative che fissano i limiti di esposizione a bassa frequenza sono incentrate sul campo magnetico CM.

- **Campo CM:** si presenta come un'onda di bassa impedenza in grado di penetrare facilmente all'interno dei materiali non ferromagnetici. Anche nel caso del campo CM si ha una sostanziale riduzione dell'intensità all'aumentare della distanza dalla sorgente; la relazione che descrive l'andamento del campo d'induzione magnetica nello spazio è la seguente:

$$B = \mu_0 \mu_r \oint \frac{i}{r^3} (r \times s) ds$$

La presenza di ostacoli (edifici, alberi, oggetti vicini alle linee) non produce alcun effetto schermante: pertanto in un edificio si può riscontrare un CM comparabile a quello misurabile all'esterno. I parametri che incidono sull'intensità di CM sono fondamentalmente: 1) intensità delle correnti di linea; 2) distanza dai conduttori di fase; 3) disposizione, distanza mutua e numero di conduttori di fase; 4) presenza di sorgenti di compensazione. Eventuali riduzioni di CM si possono ottenere variando i parametri elencati (e.g. riducendo la mutua distanza tra le fasi, installando circuiti addizionali nei quali circolano correnti di schermo, o utilizzando circuiti in doppia terna a fasi incrociate, ricorso a linee interrate. Dal punto di vista fisico, il campo CM è descrivibile mediante l'Induzione magnetica, misurata in μT , e varia in funzione dalla permeabilità magnetica del mezzo: il rapporto tra l'induzione magnetica e la permeabilità del mezzo individua il campo magnetico. Uno studio dell'andamento dell'intensità di questo campo è necessario in quanto variazioni di CM possono generare correnti indotte nei tessuti organici, con effetti dannosi oltre determinate soglie.

3.2 LIMITI DI ESPOSIZIONE ED EFFETTI BIOLOGICI

Non vengono qui presi in considerazione gli impianti ad alta frequenza (per il quale la grandezza di interesse di esposizione è lo Specific Absorption Rate (SAR) [W/Kg]: energia per unità di tempo e di massa assorbita dal tessuto). A bassa frequenza, l'interazione con i tessuti organici dipende dalle correnti indotte dalle variazioni nel tempo del campo magnetico.

L'intensità J delle correnti è espressa dalla relazione:

$$J \approx \pi \frac{L}{2} \sigma f B$$

dove L=dimensione caratteristica del tessuto; σ =conducibilità del tessuto, f=frequenza dell'induzione magnetica, B=intensità dell'induzione magnetica. I livelli esposizione che possono causare correnti indotte

dannose per gli organismi sono stati studiati sia relativamente al rischio di esposizione elevata (con danni anche istantanei) che esposizione prolungata a livelli inferiori.

Nella Legge n.36 del 22 febbraio 2001, nel DPCM 8 luglio 2003, e nel Decreto 29 maggio 2008 sono riportate le definizioni delle grandezze di interesse per lo studio dell'esposizione ai campi EFM:

Esposizione	<i>Condizione di una persona soggetta a campi elettrici, magnetici, elettromagnetici, o a correnti di contatto, di origine artificiale;</i>
Limiti di esposizione	<i>Valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, definito ai fini della tutela della salute da effetti acuti, che non deve essere superato in alcuna condizione di esposizione della popolazione e dei lavoratori;</i>
Valore di attenzione	<i>Valore di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, considerato come valore di immissione, che non deve essere superato negli ambienti abitativi, scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze prolungate. Esso costituisce misura di cautela ai fini della protezione da possibili effetti a lungo termine e deve essere raggiunto nei tempi e nei modi previsti dalla legge;</i>
Obiettivi di qualità	<i>-Criteri localizzativi, gli standard urbanistici, le prescrizioni e le incentivazioni per l'utilizzo delle migliori tecnologie disponibili, indicati dalle leggi regionali; -Valori di campo elettrico, magnetico ed elettromagnetico, definiti dallo Stato secondo le previsioni, ai fini della progressiva mitigazione dell'esposizione ai campi medesimi;</i>
Elettrodotto	<i>Insieme delle linee elettriche, delle sottostazioni e delle cabine di trasformazione;</i>
Campata	<i>Elemento minimo di una linea elettrica sotteso tra due sostegni</i>
Fascia di rispetto	<i>Spazio circostante un elettrodotto, che comprende tutti i punti, al di sopra e al di sotto del livello del suolo, caratterizzati da un'induzione magnetica di intensità maggiore o uguale all'obiettivo di qualità (3 μT)</i>
Distanza di prima approssimazione (DPA)	<i>-(Linee) è la distanza, in pianta sul livello del suolo, dalla proiezione del centro linea che garantisce che ogni punto la cui proiezione al suolo disti dalla proiezione del centro linea più della DPA si trovi all'esterno delle fasce di rispetto. - (Cabine secondarie) è la distanza, in pianta sul livello del suolo, da tutte le pareti della cabina stessa che garantisce i requisiti di cui sopra.</i>

4 INQUADRAMENTO NORMATIVO

Di seguito viene riportata una breve lista delle normative di riferimento per lo studio dell'impatto elettromagnetico dell'impianto in oggetto:

LEGGI NAZIONALI:

1.	Legge n.36 del 22 febbraio 2001	<i>Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici (G.U. n. 55 del 7 marzo 2001)</i>
2.	DPCM 8 luglio 2003	<i>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</i>
3.	D.LGS. 9 aprile 2008 n.81	<i>Testo coordinato con il D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106, CAP.IV Protezione dei lavoratori dai rischi di esposizione ai campi elettromagnetici</i>
4.	DM 29 maggio 2008	<i>Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.</i>

LEGGI REGIONALI:

1.	Legge Regionale 24 novembre 2001, n. 13. (Campania)	<i>Prevenzione dei danni derivanti dai campi elettromagnetici generati da elettrodotti</i>
----	--	--

NORME E GUIDE DI RIFERIMENTO:

1.	Norma CEI 211-4	<i>Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche</i>
2.	Norma CEI 106-11	<i>Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6). Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo</i>
3.	Guida CEI 106-12	<i>Guida pratica ai metodi di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT</i>
4.	Guida CEI 14-24 (CEI R014-001)	<i>Guida per la valutazione dei campi elettromagnetici attorno ai trasformatori di potenza</i>

Il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art. 4, c. 2):

- i **limiti di esposizione** del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 µT) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine (il campo elettrico al suolo in prossimità di elettrodotti a tensione uguale o inferiore a 150 kV, come da misure e valutazioni, non supera mai il limite di esposizione per la popolazione di 5 kV/m);

- il **valore di attenzione** (10 µT) e l'**obiettivo di qualità** (3 µT) del campo magnetico sono da intendersi come valori mediani sulle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenza non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati). Il valore di attenzione si riferisce ai luoghi tutelati esistenti nei pressi di elettrodotti esistenti; l'obiettivo di qualità si riferisce, invece, alla progettazione di nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati esistenti o alla progettazione di nuovi luoghi tutelati nei pressi di elettrodotti esistenti.

Il DPCM 8 luglio 2003(art.6) introduce la metodologia di calcolo della **fascia di rispetto** in accordo con il DM 29 maggio 2008. Tale metodologia prevede una procedura semplificata, basata sulla valutazione della **DPA, distanza di prima approssimazione**, applicabile nel caso di realizzazione di:

- nuovi elettrodotti in prossimità di luoghi tutelati;
- progettazione di nuovi luoghi tutelati in prossimità di elettrodotti esistenti

Riassumendo, per la normativa attuale italiana (DPCM 8-07-2003) i valori di esposizione da prendere in considerazione nel caso di campi EMF a 50 Hz sono i seguenti:

Tipo di valore	Perimetro di attuazione	Intensità di campo E (kV/m)	Induzione Magnetica B (μT)
Limite di esposizione	<i>Valori da non superare mai</i>	5	100
Valore di attenzione	<i>Valori da non superare in ambienti abitativi esistenti e ambienti con permanenze ≥4 ore</i>	-	10
Obiettivo di qualità	<i>Valori da non superare per i nuovi elettrodotti o le nuove abitazioni in prossimità di elettrodotti esistenti</i>	-	3

5 CAMPI EM GENERATI DAL PARCO EOLICO

5.1 IDENTIFICAZIONE COMPONENTI

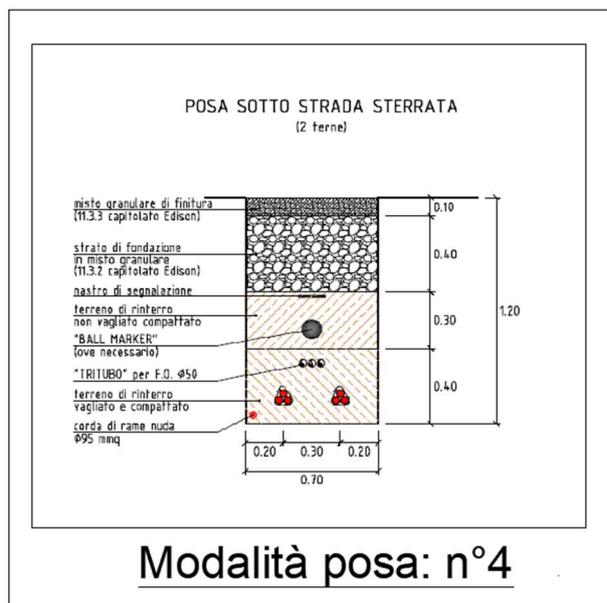
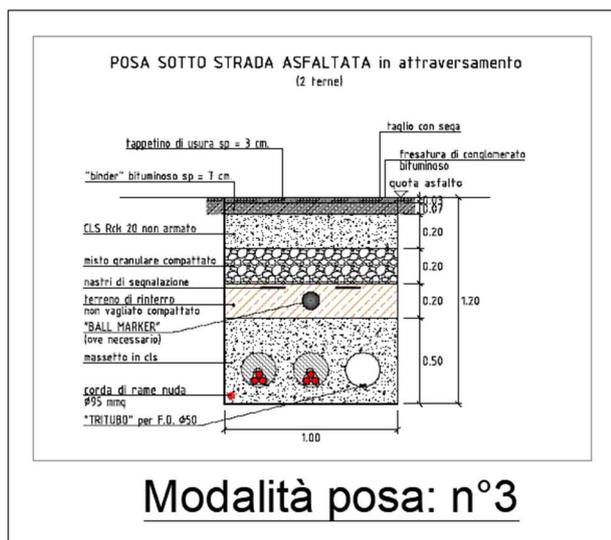
I componenti del parco eolico che possono produrre campi elettromagnetici non trascurabili sono i seguenti:

- 1) Cavidotti MT 30 kV dell'impianto di utenza;
- 2) Cabine MT ai piedi di ogni torre aerogenerativa (WTG);
- 3) Quadro AT all'aperto, composto da un montante (stallo trasformatore) con le seguenti apparecchiature elettromeccaniche:
 - Trasformatore elevatore MT/AT, ONAN/ONAF;
 - Sezionatore rotativo con lame di messa a terra;
 - Apparecchiature di protezione (scaricatori di sovratensione, interruttore, TV e TA per misure e protezioni);
- 4) Quadro MT delle cabine secondarie di smistamento e di consegna dove si attesteranno le linee MT provenienti dal parco eolico;

Per le macchine elettriche (quali il trasformatore elevatore AT/mt, i trasformatori ausiliari MT/bt ecc.) i campi CM e CE decadono molto più rapidamente dei campi generati dai conduttori degli elettrodotti.

Per gli elettrodotti è possibile valutare l'impatto elettromagnetico facendo riferimento al metodo semplificato 2D di calcolo proposto dalla norma CEI 106-11 per conduttori orizzontali paralleli.

Si riportano due esempi di tipologie di posa che verranno utilizzate per la realizzazione dei nuovi elettrodotti, nei casi di strade sterrate e strade asfaltate:



5.1.1 CAVI ELETTRICI

Per le linee MT in questa fase progettuale sono stati considerati esclusivamente la seguente tipologia di cavi in alluminio per la rete di distribuzione interna al parco:

- Tensione di esercizio (Ue): 30 kV; Tensione massima (Umax): 36 kV
- Tipo di cavo Cavo MT: unipolare schermato con isolamento estruso
- Sigla di identificazione: ARE4H5EE 18/30 kV
- Sezione conduttori utilizzate: 1x150, 1x185, 1x300

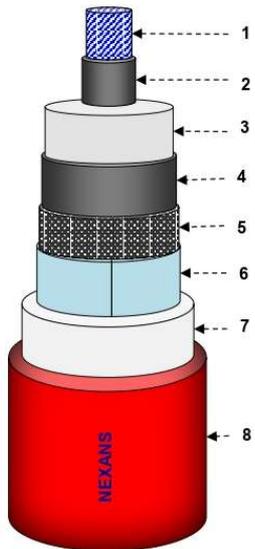
Viene riportata di seguito la scheda tecnica completa del cavo ARE4H5EE 18/30 kV; questo cavo permette la posa diretta nel terreno, secondo quanto descritto dalla modalità M nella norma CEI 11-17. In questa fase progettuale le linee sono state dimensionate considerando esclusivamente cavi unipolari con le terne di cavi disposte a trifoglio (in una fase di progettazione avanzata si potrà eventualmente ricorrere a terne di cavi elicordati).



ARE4H5EE
18/30 kV
1x... SK2

MEDIUM VOLTAGE CABLE
SINGLE CORE CABLE WITH ALUMINIUM CONDUCTOR, REDUCED THICKNESS XLPE INSULATION, ALUMINIUM TAPE SCREEN AND DOUBLE PE SHEATH, SHOCK RESISTANT.

APPLICATIONS AND CHARACTERISTICS
 In MV energy distribution networks for voltage systems **up to 36kV**. Suitable for fixed installation indoor or outdoor laying in air or directly or indirectly buried, also in wet location.
SHOCK PROOF SK2 has a very good shock resistance characteristics. The two special outer sheaths provide an excellent protection against impact and mechanical abuse during the lifetime of the cable.
Shock Proof SK2 cable performances has been evaluated against mechanical protection by the abrasion test and the impact test included in CEI 20-68 standard.
This type of cable can be directly buried without additional protections because it is comparable to an armoured cable.



FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

Rated voltage U_0/U :	18/30 kV
Maximum voltage U_m :	36 kV
Test voltage:	3,5 U_0
Max operating temperature of conductor:	90 °C
Max short-circuit temperature:	250 °C (for max 5 s)
Max short-circuit temperature (screen):	150 °C

CONSTRUCTION

- 1. Conductor**
stranded, compacted, round, **aluminium** - class **2** acc. to IEC 60228
- 2. Conductor screen**
extruded semiconducting compound
- 3. Insulation**
extruded cross-linked polyethylene (**XLPE**) compound
- 4. Insulation screen**
extruded semiconducting compound - **fully bonded**
- 5. Longitudinal watertightness**
semiconducting **water blocking tape**
- 6. Metallic screen and radial water barrier**
aluminium tape longitudinally applied (nominal thickness = 0,20 mm)
- 7. First sheath - 1**
extruded **PE** compound
- 8. Second sheath - 2**
extruded **PE** compound - colour: **red** with improved **impact resistance**

Max pulling force during laying
50 N/mm² (applied on the conductors)

Min bending radius during laying
14 D_{cable} (dynamic condition)

Minimum temperature during laying
- 25 °C (cable temperature)

STANDARDS

IEC 60502-2 where applicable (*testing*)
 CEI 20-68 where applicable (*impact test*)
 HD 620-10G where applicable (*insulation thickness*)

MARKING by ink of the following legend:
"NEXANS B <Year> ARE4H5EE 18/30kV 1x <S> SK2 <meter marking>"
 <Year> = year of manufacturing
 <S> = section of the conductor



Mechanical resistance to impacts: **very good** (CEI 20-68)



Longitudinal waterproof



Radial waterproof



Max operating temp. of conductor: **90 °C**



Max short-circuit temperature: **250 °C**



Minimum installation temperature: **-25 °C**

Nexans Italia
Technical Dept

Rev. 7
02/03/2022

1 / 2

ARE4HSEE 18/30kV 1x... SK2														
Type	Conductor diameter nominal mm	Insulation thickness min. mm	Insulation diameter nominal mm	Sheaths thickness nominal mm	Cable diameter approx mm	Cable weight indicative kg/km	Electrical resistance of conductor		X at 50 Hz Ω/km	C μF/km	Current capacity		Short circuit current	
							at 20 °C - d. c. max Ω/km	at 90 °C - a. c. Ω/km			in ground at 20 °C A	in free air at 30 °C A	conductor Tmax 250°C kA x 1,0 s	screen Tmax 150°C kA x 0,5 s
1x50	8,2	7,1	24,7	2,0+2,0	37,5	1.050	0,641	0,822	0,152	0,147	152	192	4,7	1,8
1x70	9,8	7,1	25,8	2,0+2,0	38,6	1.145	0,443	0,568	0,142	0,166	186	238	6,6	1,9
1x95	11,5	6,6	26,5	2,0+2,0	39,4	1.225	0,320	0,411	0,134	0,193	222	288	9,0	1,9
1x120	13,1	6,4	27,7	2,0+2,0	40,6	1.335	0,253	0,325	0,127	0,215	252	332	11,3	2,0
1x150	14,3	6,2	28,5	2,0+2,0	41,5	1.430	0,206	0,265	0,123	0,233	281	375	14,2	2,1
1x185	16,0	6,0	29,8	2,0+2,0	42,8	1.565	0,1640	0,211	0,118	0,258	318	430	17,5	2,1
1x240	18,5	5,8	31,9	2,0+2,0	45,0	1.790	0,1250	0,161	0,112	0,294	369	508	22,7	2,2
1x300	20,7	5,9	34,3	2,0+2,0	47,6	2.035	0,1000	0,129	0,108	0,316	416	583	28,3	2,3
1x400	23,5	6,0	37,3	2,0+2,0	50,7	2.375	0,0778	0,101	0,105	0,344	476	680	37,8	2,5
1x500	26,5	6,1	40,8	2,0+2,0	54,4	2.820	0,0605	0,079	0,101	0,376	543	790	47,2	2,7
1x630	30,0	6,2	44,5	2,0+2,0	58,3	3.360	0,0469	0,063	0,098	0,409	617	918	59,5	2,9

Note
 Laying condition: trefoil formation
 - depth (m): 0,8
 - soil thermal resistivity (°Cm/W): 1,5
 - metallic layers connection: solid bonding (earthed at both ends)

X = phase reactance
 C = capacitance

Nexans reserves the right to change the technical data as a result of changes in standards and product improvements

Nexans Italia
 Technical Dept

Rev. 7
 02/03/2022

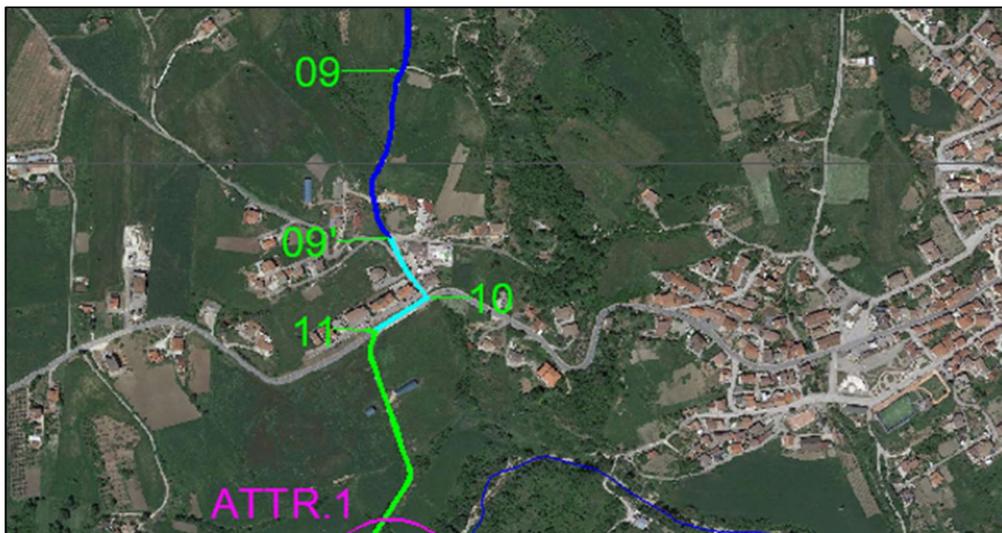
2 / 2

Ai fini della simulazione, è stato preso come riferimento la massima portata elettrica del cavo; ciò permette di eseguire una valutazione in condizioni “conservative”.

D'altronde tutti i tratti di linea sono stati dimensionati per funzionare con una corrente di impiego minore della portata massima prevista. È stata considerata solo una posa a trifoglio dei cavi, una distanza mutua tra i cavi pari 0,1 metri, e una profondità di interrimento pari a 1 metro.

I calcoli sono stati eseguiti utilizzando le relazioni previste dalla normativa CEI 106-11.

Dal punto di vista pratico conviene prendere in considerazione il tratto di elettrodotto più vicino al centro abitato, identificabile tra i nodi di rete 09' e 11:

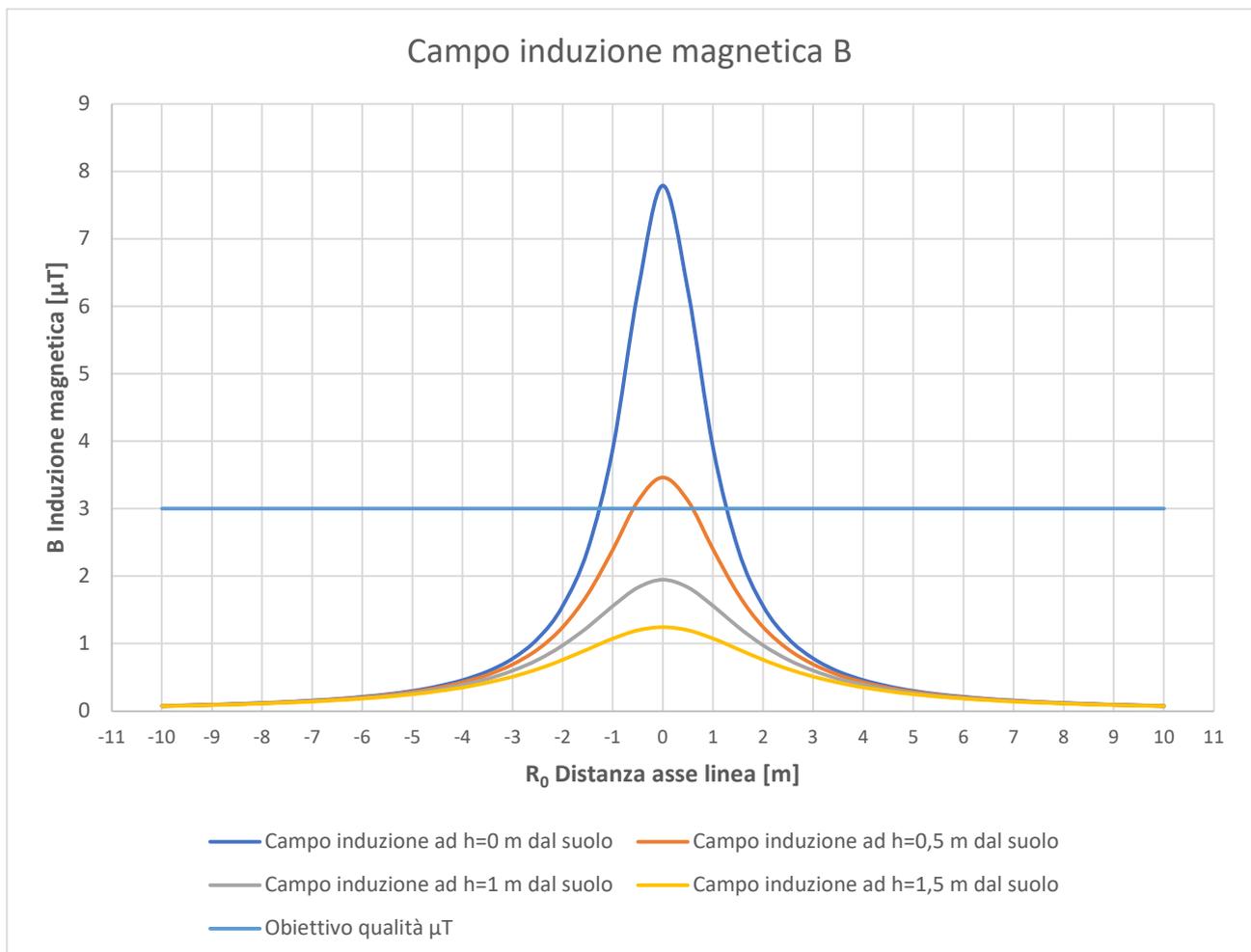


Il tratto in questione verrà attraversato dal cavidotto di collegamento tra le future cabine CS1 nell'area nord del parco e la cabina CS2, costituito da due terne di cavi così composte: 2x(3x1x185) ARE4H5EE 18/30 kV. La potenza elettrica convogliata attraverso questa linea potrà essere (al massimo) quella generata dagli aerogeneratori WTG 7,8,9,10 nel loro punto di funzionamento nominale:

$$I = \frac{\sum P_{WTG}}{\sqrt{3} \cdot U} = \frac{4 \cdot 6,6 \text{ MW}}{\sqrt{3} \cdot 30 \text{ kV}} \cong 508 \text{ A}$$

Per la simulazione in questione, tuttavia, ci poniamo in condizioni di conservatività e consideriamo la portata massima teoricamente supportata dell'elettrodotto (636 A); ci avvaliamo di condizioni cautelative anche per quanto concerne la stima della distanza dei cavi nella posa a trifoglio, prendendo come riferimento 0,1 m (il diametro del cavo in questione è di circa 0,043 m). Di seguito vengono riportati graficamente gli andamenti del campo d'induzione magnetica per il tratto elettrodotto in questione.

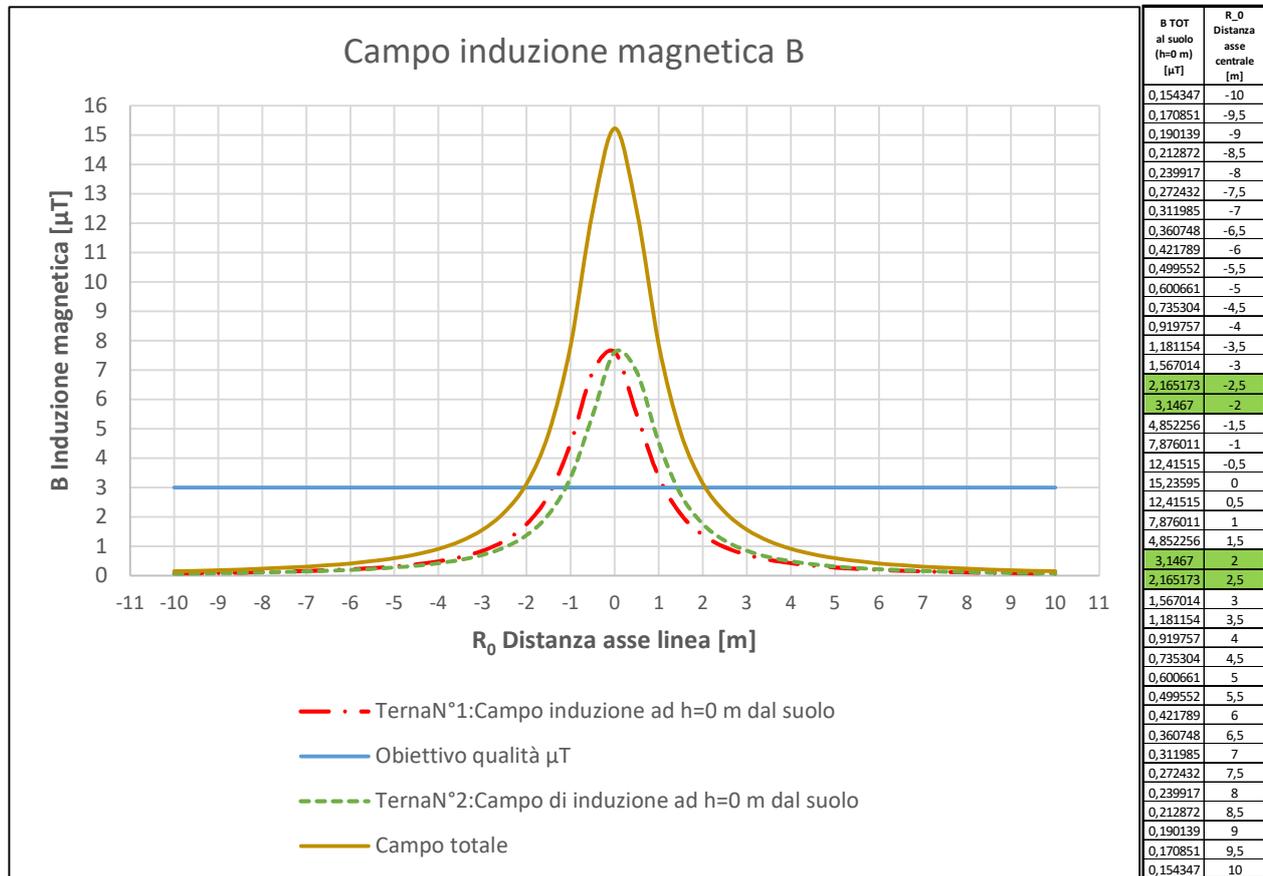
Per una singola terna di cavi, avremmo l'andamento del campo d'induzione riportato nella seguente immagine; nell'asse delle ordinate viene riportato il valore d'intensità del campo espresso in μT , in ascissa la distanza tra la proiezione a terra del centro del cavidotto e un punto a distanza R_0 ; e a parametro viene variata l'altezza del suolo.



Da tale andamento è possibile calcolare la distanza di prima approssimazione (DPA) intesa come distanza

tra l'asse dell'elettrodotto e il punto del suolo in cui il valore di CM risulta rispettare l'obiettivo di qualità, graficamente espresso tra l'intersezione della curva $B(R_0)$ e la retta $3 \mu\text{T}$.

Nel caso in questione avremo il passaggio di una doppia terna di cavi, con interasse di 0,3 m; in questo caso la fascia di rispetto aumenta:



La distanza di prima approssimazione (Dpa) risulta compresa tra i 2 e i 2,5 m.

Tenendo conto della larghezza della strada, il rispetto della distanza di prima approssimazione potrà essere garantito ampiamente centrando in fase costruttiva l'asse del cavidotto rispetto alla strada.

5.2 SOTTOSTAZIONE AT/MT DI UTENTE

La Sottostazione Elettrica di Utente ha un'area di circa 1610 m²; oltre ai due stalli (stallo 1: parco di Foiano+parco Baseliçe; stallò 2: San Giorgio La Molara) sono presenti due edifici: l'Edificio 1 ospita i QMT di raccolta e consegna, e un locale più piccolo dedicato alla gestione del parco eolico; l'Edificio 2 i quadri di bassa e i servizi ausiliari. Nello stato di progetto è prevista la sostituzione del trasformatore 1 e l'installazione di una nuova cabina MT 20 kV a servizio del parco di Baseliçe collocata in prossimità dello stallò n°1.

I componenti principali della S.S.E.U. che hanno maggiore incidenza sull'impatto elettromagnetico delle aree circostanti saranno essenzialmente quelle in AT:

- 1) Trasformatore elevatore AT/MT;
- 2) Linee/sbarre di connessione tra le apparecchiature AT e il trasformatore;

La modifica più importante che verrà effettuata in S.S.E.U. sarà la sostituzione del trasformatore elevatore AT/mt esistente da 40/50 MVA ONAN/ONAF con uno a tre avvolgimenti 90/75/15 MVA 150/30/20 kV.

Dal punto di vista del calcolo, la S.S.E.U. è assimilabile a una cabina primaria. È necessario verificare che la fascia di rispetto rientri nell'area di pertinenza dell'impianto (DM 29/05/08), ovverosia l'area recintata.

Per quanto concerne le sbarre AT 150 kV, possiamo utilizzare il modello di studio semplificato 2D che considera una terna di conduttori posti in un piano di altezza 6,45 m e a una distanza reciproca di $d_c=2,2$ m, percorsi da un sistema trifase simmetrico ed equilibrato di correnti:

$$I = \frac{P_n}{V_n \cdot \sqrt{3} \cdot \cos\varphi} = \frac{90\,000\,000}{150\,000\,V \cdot \sqrt{3}} \cong 346\,A$$

Utilizzando la relazione proposta dalla Guida CEI 106-11:

$$R' = 0,34 \cdot \sqrt{d_c \cdot I_{AT}} = 0,34 \cdot \sqrt{2,2 \cdot 346} \cong 9,38\,m$$

La distanza dal baricentro al quale $B=3\,\mu T$ risulta pari a circa 9,4 m, valore inferiore rispetto alla distanza della recinzione più vicina (a 12,9 m) per le sbarre relative al montante di Foiano nuovo. **La distanza di prima approssimazione rientra quindi nei confini dell'area di pertinenza della Sottostazione Elettrica di Edison.**

6 CONCLUSIONI

Per quanto sopra esposto, per il nuovo impianto associato al parco eolico di Foiano si possono trarre queste due conclusioni:

- 1) Per la rete di cavidotti la zona a maggiore rischio è stata individuata nel tratto compreso tra i nodi di rete denominati 09'-11 in una zona abitata del comune di Foiano di Val Fortore. L'obiettivo di qualità ($B \leq 3\,\mu T$) risulta rispettato oltre la distanza di 2,5 m dal punto intermedio dell'interasse del cavidotto MT; la fascia di rispetto risulta quindi limitata esclusivamente alla superficie stradale.
- 2) Nella Sottostazione Elettrica di Utente nel comune Montefalcone di Val Fortore la fascia di rispetto dello Stallo n.1 ricade completamente nell'area recintata di pertinenza di Edison. Considerando inoltre che la presenza di individui nell'area della sottostazione sarà di tipo discontinuo (periodi continuativi di 4÷6 ore al giorno) l'impatto elettromagnetico dei campi della stazione S.S.E.U. AT/mt risulta trascurabile.