REGIONE SICILIA

Provincia di Palermo

COMUNE DI CAMPOREALE

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

ERG Wind Sicilia 2

EVOLVING ENERGIES

PROGETTISTA:

Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy

ORDINE DEGLI INGEGNERI
Ing. Mariano Galbo N. 724
PROV. TRAPANI

OGGETTO DELL'ELABORATO:

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODICE DOCUMENTO				
					IMP..	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.
	22/03/2019	/	1/61	A4	CAM	ENG	REL	0028	00

NOME FILE : CAM-ENG-REL-0028_00.docx

ERG Wind Sicilia 2 S.r.l. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	22/03/2019	Prima emissione	GG	MG	DG

INDICE

1. PREMESSA 4
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO 5
3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO 6
3.1. DESCRIZIONE GENERALE 6
3.2. LAYOUT IMPIANTO 7
3.3. AEROGENERATORI 9
3.4. SOTTOSTAZIONE 13
3.5. POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI 14
3.6. SCHEMA ELETTRICO 14
3.7. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO 16
4. FONTI DI EMISSIONE 17
4.1. ELETTRODOTTO MT 17
4.2. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV 19
4.3. CABINA DI SEZIONAMENTO 19
4.4. GENERATORI EOLICI 20
5. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO 22
5.1. VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO 22
5.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO 22
6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI 23
6.1. CAVI POSA ELICORDATA SEZIONE 120-240 MM2 23
6.2. CAVI POSA A TRIFOGLIO SEZIONE 400-630 MM2 24
6.2.1. CASO A – 1 TERNA DI CAVI 25
6.2.2. CASO B – 2 TERNE DI CAVI 29
6.2.3. CASO C – 3 TERNE DI CAVI 34
6.2.4. CASO D – 4 TERNE DI CAVI 39
6.2.5. CASO E – 6 TERNE DI CAVI 45
6.3. RIEPILOGO DPA ELETTRODOTTI 50
7. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLA SSE DI UTENTE 51
8. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLA CABINA DI SEZIONAMENTO 53
9. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI AEROGENERATORI 54
10. CONCLUSIONI 55
11. ALLEGATO A: DPA ELETTRODOTTI 56
12. ALLEGATO B: DPA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENTE 58
13. ALLEGATO C: DPA CABINA DI SEZIONAMENTO 60

1. PREMESSA

La società *Hydro Engineering s.s.* è stata incaricata di redigere il progetto definitivo relativo al potenziamento dell'esistente impianto eolico, composto da n. 24 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 0,85 MW, per una potenza complessiva di 20,40 MW, ubicato nel Comune di Camporeale in Provincia di Palermo e di proprietà della società ERG Wind Sicilia 2 Srl.

Il progetto definitivo di potenziamento consiste nella sostituzione dei 24 aerogeneratori esistenti da 0.85 MW con 13 aerogeneratori da 4,2 MW, per una potenza complessiva da installarsi pari a 54,60 MW. L'energia prodotta verrà convogliata tramite un sistema di cavi di media tensione ed una cabina di sezionamento presso la sottostazione elettrica esistente di Partinico.

L'impianto avrà una producibilità variabile tra 87 e 95 GWh/y P50, in funzione all'aerogeneratore scelto, come risulta nella relazione CAM-ENG-REL-18_00 "Valutazione risorsa eolica e analisi producibilità".

L'installazione del più moderno tipo di generatore comporterà la consistente riduzione del numero di torri eoliche, dalle 24 unità esistenti alle 13 unità proposte, riducendo sensibilmente l'impatto visivo, che talvolta può trasformarsi nel cosiddetto effetto selva.

Inoltre, l'incremento di efficienza delle turbine previste rispetto a quelle in esercizio, porterà ad un ampliamento del tempo di generazione ed un aumento della produzione unitaria media pari a più del doppio di quella attuale, e con la medesima proporzione avverrà l'abbattimento di produzione di CO2 equivalente.

La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto la valutazione dell'impatto elettromagnetico delle opere in progetto, individuando le potenziali sorgenti di emissione e valutandone i potenziali rischi legati all'esposizione delle persone.

Nel seguito della relazione si darà in particolare descrizione della normativa di riferimento, dei campi generati dagli aerogeneratori, dalla sottostazione elettrica di collegamento alla rete di trasmissione nazionale, ed infine dalle linee elettriche in MT di collegamento fra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- Legge 23 luglio 2009, n°99 , "Disposizioni per lo sviluppo e l´internazionalizzazione delle imprese, nonchè in materia di energia";
- Decreto del 27/02/09 , Ministero della Sviluppo Economico;
- Decreto del 29/05/08, "Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell´induzione magnetica";
- DM del 29.5.2008, "Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 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", G.U. 28 agosto 2003, n. 200;
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55;
- Norma 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 1: Linee elettriche aeree e in cavo";
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana".
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1. DESCRIZIONE GENERALE

L'impianto eolico potenziato 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.

Diversamente dall'attuale impianto, non saranno necessarie cabine elettriche prefabbricate a base torre, in quanto le apparecchiature saranno direttamente installate all'interno della navicella della torre di sostegno dell'aerogeneratore. Questo comporterà un minore impatto dell'impianto con il paesaggio circostante.

All'interno della torre saranno installati:

- *l'arrivo cavo BT (690 V) dal generatore eolico al trasformatore,*
- *il trasformatore MT-BT (0,69/30),*
- *il sistema di rifasamento del trasformatore,*
- *la cella MT (30 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° 13 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima da 4,20 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di 54.60 MW.

Per la sua realizzazione sono quindi da prevedersi le seguenti opere ed infrastrutture:

- dismissione delle 24 torri eoliche esistenti (ERG Wind Sicilia 2);
- 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 di consegna esistente.

Tutte le opere in conglomerato cementizio armato e quelle a struttura metallica sono state progettate e saranno realizzate secondo quanto prescritto dalle Norme Tecniche vigenti relative alle leggi sopracitate, così pure gli impianti elettrici

3.2. LAYOUT IMPIANTO

Gli aerogeneratori, ubicati nel Comune di Camporeale (PA) sono stati posizionati come descritto negli elaborati grafici di progetto e sono contraddistinti dalle sigle R-CR01, R-CR02, R-CR03, R-CR04, R-CR05, R-CR06, R-CR07, R-CR08, R-CR09, R-CR10, R-CR11; R-CR12, R-CR13.

Le postazioni degli aerogeneratori sono costituite da piazzole collegate da una viabilità d'impianto.

I dispositivi elettrici di trasformazione BT/MT degli aerogeneratori saranno alloggiati all'interno delle Navicelle. Pertanto, non sono previste costruzioni di cabine di macchina.

Le immagini che seguono mostrano la collocazione degli aerogeneratori sui crinali di progetto (posizionamento e dimensioni delle macchine sono coerenti con la realtà):

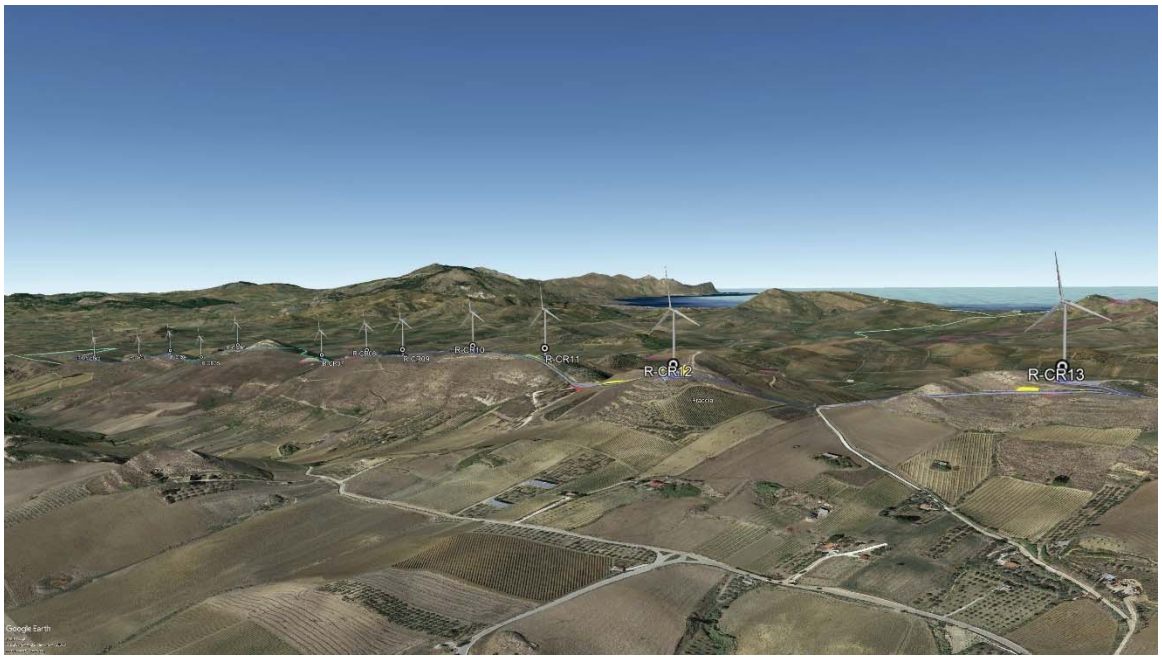


Fig.3 – Simulazione 3 D con vista da SUD dei nuovi aerogeneratori da R-CR01 a R-CR13

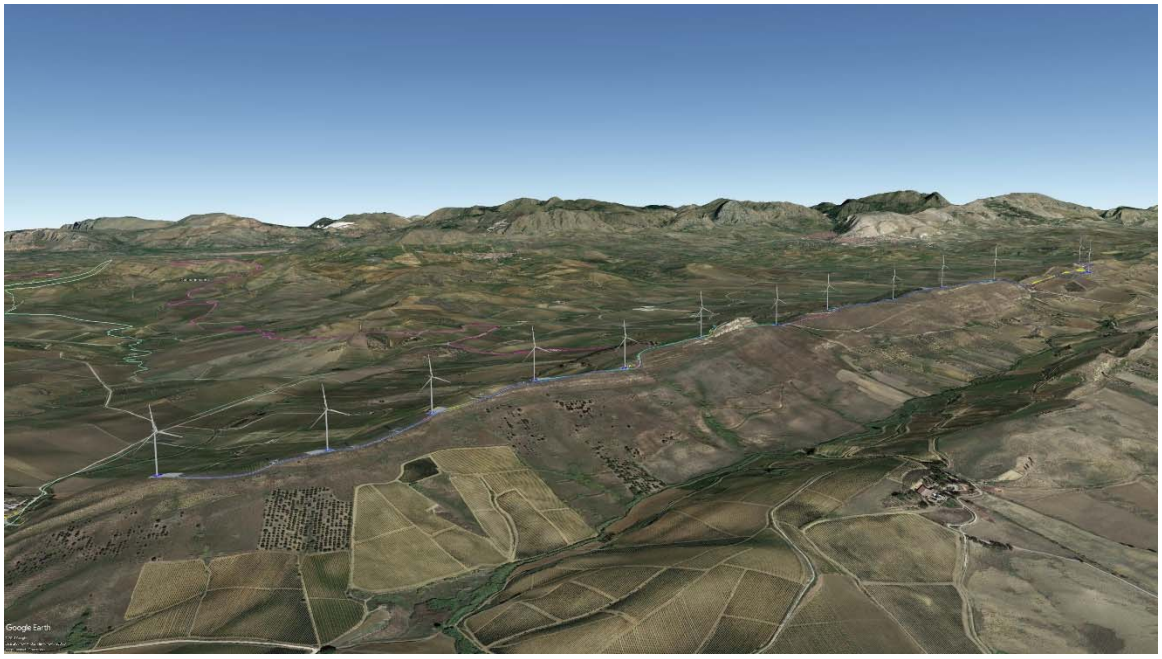


Fig.4 – Simulazione 3D con vista da ovest dei nuovi aerogeneratori da R-CR01 a R-CR13

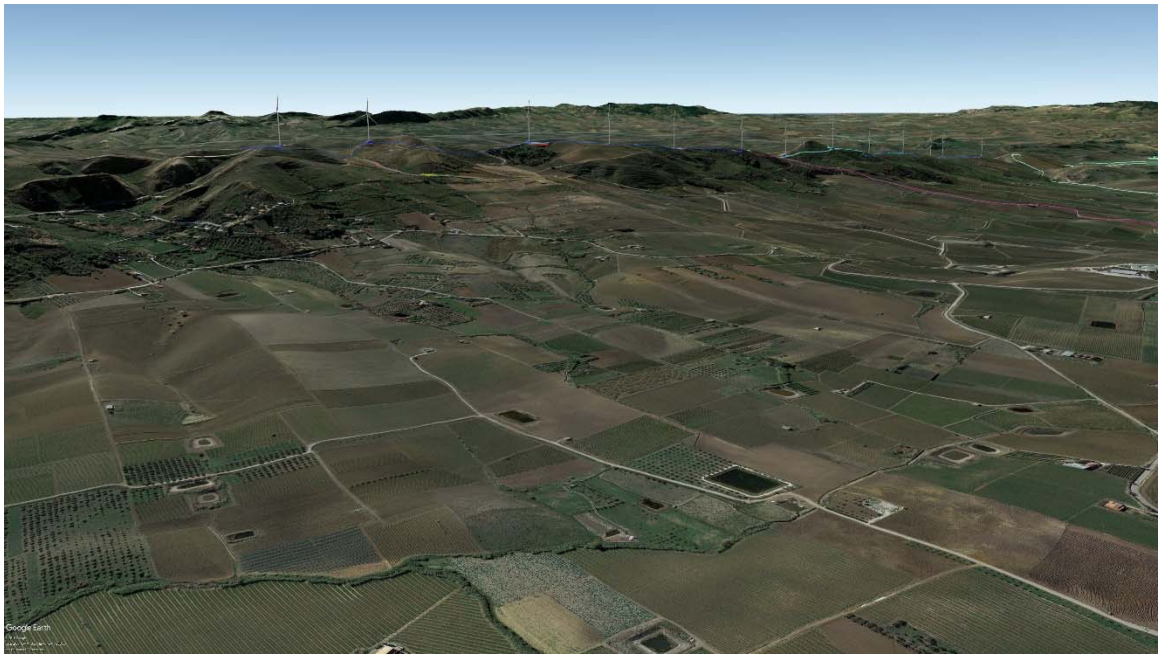


Fig.5 – Simulazione 3 D con vista da ovest dei nuovi aerogeneratori da R-CR01 a R-CR13

Fig.6 – Simulazione 3 D del nuovo parco con vista da Sud est

3.3. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica, descritta nell'elaborato *"Tipico aerogeneratore CAM-ENG-TAV-0072_00"*.
Sul mercato esistono diverse tipologie di aerogeneratori, ad asse orizzontale e verticale, con rotore mono, bi o tripala, posto sopra o sottovento. Il tipo di aerogeneratore previsto per l'impianto in oggetto è un aerogeneratore ad asse orizzontale con rotore tripala e una potenza massima di 4200 KW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- **rotore tripala a passo variabile**, di diametro di massimo 117,00 m, posto sopravento al sostegno, in resina epossidica rinforzata con fibra di vetro, con mozzo rigido in acciaio;
- **navicella in carpenteria metallica** con carenatura in vetroresina e lamiera, in cui sono collocati il generatore elettrico e le apparecchiature idrauliche ed elettriche di comando e controllo;
- **sostegno tubolare troncoconico in acciaio**, avente altezza fino all'asse del rotore al massimo pari a 121,50 m.

I tronchi di torre sono realizzati da lastre in acciaio laminate, saldate per formare una struttura tubolare troncoconica.
Si tratta di aerogeneratori di tipologia già impiegata estesamente in altri parchi italiani/UE, che consentono il miglior sfruttamento della risorsa vento e che presentano garanzie specifiche dal punto di vista della sicurezza (così come si dimostrerà in vari altri documenti: piano di produzione,

studio di gittata etc.);

La turbina è equipaggiata, in accordo alle disposizioni dell'ENAC (Ente Nazionale per l'Aviazione Civile), con un sistema di segnalazione notturna per la segnalazione aerea.

La segnalazione notturna consiste nell'utilizzo di una luce rossa da installare sull'estradosso della navicella dell'aerogeneratore.

Le turbine di inizio e fine tratto avranno una segnalazione diurna consistente nella verniciatura della parte estrema della pala con tre bande di colore rosso ciascuna di 6 m per un totale di 18 m.

La navicella è dotata di un sistema antincendio, che consiste di rilevatori di fumo e CO, i quali rivelano gli incendi e attivano un sistema di spegnimento ad acqua atomizzata ad alta pressione nel caso di incendi dei componenti meccanici e a gas inerte (azoto) nel caso di incendi dei componenti elettrici (cabine elettriche e trasformatore). In aggiunta a ciò il rivestimento della navicella contiene materiali autoestinguenti.

L'aerogeneratore è dotato di un completo sistema antifulmine, in grado di proteggere da danni diretti ed indiretti sia alla struttura (interna ed esterna) che alle persone. Il fulmine viene "catturato" per mezzo di un sistema di conduttori integrati nelle pale del rotore, disposti ogni 5 metri per tutta la lunghezza della pala. Da questi, la corrente del fulmine è incanalata attraverso un sistema di conduttori a bassa impedenza fino al sistema di messa a terra. La corrente di un eventuale fulmine è scaricata dal rotore e dalla navicella alla torre tramite collettori ad anelli e scaricatori di sovratensioni. La corrente del fulmine è infine scaricata a terra tramite un dispersore di terra.I dispositivi antifulmine previsti sono conformi agli standard della più elevata classe di protezione(Classe I), secondo lo standard internazionale IEC 61024-1.

Generalmente, una moderna turbina eolica entra in funzione a velocità del vento di circa 3-5 m/s e raggiunge la sua potenza nominale a velocità di circa 10-14 m/s. A velocità del vento superiori, il sistema di controllo del passo inizia a funzionare in maniera da limitare la potenza della macchina e da prevenire sovraccarichi al generatore ed agli altri componenti elettromeccanici. A velocità di circa 22-25 m/s il sistema di controllo orienta le pale in maniera tale da mandare il stallo il rotore e da evitare forti sollecitazioni e danni meccanici e strutturali. L'obiettivo è quello di far funzionare il rotore con il massimo rendimento possibile con velocità del vento comprese tra quella di avviamento e quella nominale, di mantenere costante la potenza nominale all'albero di trasmissione quando la velocità del vento aumenta e di bloccare la macchina in caso di venti estremi Il moderno sistema di controllo del passo degli aerogeneratori permette di ruotare singolarmente le pale intorno al loro asse principale; questo sistema, in combinazione con i generatori a velocità variabile, ha portato ad un significativo miglioramento del funzionamento e del rendimento degli aerogeneratori. La frenatura è effettuata regolando l'inclinazione delle pale del rotore ad un angolo di 91°.Ciascuno dei tre dispositivi di regolazione dell'angolo delle pale del rotore è completamente indipendente. In caso di un guasto del sistema di alimentazione, i motori a corrente continua sono alimentati da accumulatori che ruotano con il rotore. L'impiego di motori a corrente continua permette, in caso

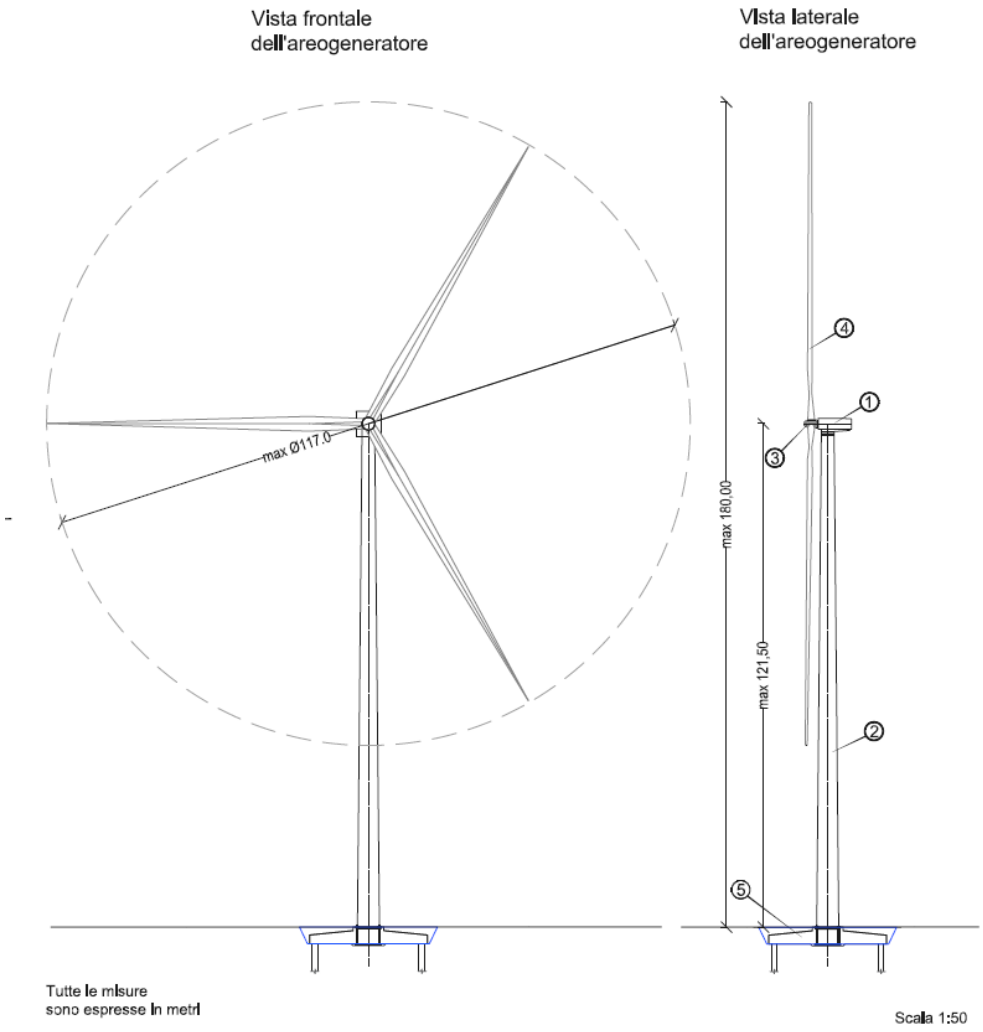
di emergenza, la connessione in continua degli accumulatori, senza necessità di impiego di inverter. Ciò costituisce un importante fattore di sicurezza, se confrontato coi sistemi pitch, progettati in corrente alternata. La torsione di una sola pala è sufficiente per portare la turbina in un range di velocità nel quale la turbina non può subire danni. Ciò costituisce un triplice sistema ridondante di sicurezza. Nel caso in cui uno dei sistemi primari di sicurezza si guasti, si attiva un disco meccanico di frenatura che arresta il rotore congiuntamente al sistema di registrazione della pala.

I sistemi frenanti sono progettati per una funzione "fail-safe"; ciò significa che, se un qualunque componente del sistema frenante non funziona correttamente o è guasto, immediatamente l'aerogeneratore si porta in condizioni di sicurezza.

Gli aerogeneratori hanno una vita utile di circa 30 anni, al termine dei quali è necessario provvedere al loro smantellamento ed eventualmente alla loro sostituzione con nuovi aerogeneratori.

La fase di decomissioning avverrà con modalità analoghe a quanto descritto per la fase di installazione.

Le componenti elettriche (trasformatore, quadri elettrici, ecc) verranno quindi smaltite, in accordo con la direttiva europea (WEEE - Waste of Electrical and Electronic Equipment); le parti in metallo (acciaio e rame) e in plastica rinforzata (GPR) potranno invece essere riciclate.



LEGENDA	
1	Navicella
2	Sostegno tubolare in acciaio
3	Mozzo- Altezza 121.5 m
4	Pale
5	Fondazioni
Dati Tecnici della Turbina	
Diametro rotore max	117,00 m
Potenza nominale max	4200 kW

Fig.7 Schema tipo aerogeneratore

3.4. SOTTOSTAZIONE

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso la Sottostazione Elettrica di Utente esistente, di proprietà di Erg Wind Sicilia 4 srl, sita nel Comune di Partinico (PA), connessa alla rete di trasmissione nazionale.

Allo stato attuale, la sottostazione elettrica riceve le linee a 21 kV provenienti dai parchi di Erg Wind Sicilia 4 srl (Partinico Monreale) ed Erg Wind Sicila 2 srl (Camporeale.

Successivamente, l'energia collettata viene innalzata al livello di tensione della rete RTN 150kV, tramite un trasformatore 150/21 kV della potenza di 40 MVA.

Dal trasformatore si diparte lo stallo AT, costituito da organi di misura, protezione e sezionamento in AT isolati in aria, fino a giungere al punto di connessione con l'adiacente cabina primaria Enel, attraverso un sistema di sbarre aeree.

La società ERG Wind Sicilia 4 Srl ha già in iter il potenziamento del parco eolico di Partinico Monreale con l'adeguamento della Sottostazione esistente consistente nelle seguenti fasi:

- realizzazione di nuova sezione MT 30 kV, dedicata al parco eolico di Partinico-Monreale, con nuovo edificio sito nell'area sud est della sottostazione esistente;
- manutenzione ed ampliamento della sezione AT, con intervento di dismissione delle opere elettromeccaniche presenti (ad eccezione del trasformatore AT/MT 150/21 kV), e con installazione di un nuovo sistema AT di distribuzione, sezionamento e protezione, consistente in due distinti stalli (stallo n.1 – parco esistente di Camporeale, stallo n.2 – parco di Partinico/Monreale), uniti in parallelo fra loro verso il punto di connessione alla SSE Enel con un sistema di sbarre aeree.

La sezione di impianto AT di utente per il parco di Partinico e Monreale prevede:

- n. 1 interruttore compatto PASS (sezionatore, interruttore e TA) di protezione generale
- n. 1 sistema di distribuzione in sbarre
- n. 3 TV capacitivi
- n. 3 TV induttivi
- n. 2 interruttore compatto PASS (sezionatore, interruttore e TA) di protezione linea trafo;
- n. 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 40/50 MVA.

La sezione di impianto AT di utente per il potenziamento di Camporeale (Erg Wind Sicila 2 srl), oggetto di questa iniziativa , sarà così composta:

- n. 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 50/63 MVA.

All'interno dell'edifico esistente presso la sottostazione verranno ubicati i quadri MT, quadri BT ed i servizi ausiliari.

L'impianto sarà completato dalla sezione MT/BT, la quale sarà composta da:

- Quadri MT generali completi di:

- scomparti di sezionamento linee di campo
- scomparti misure
- scomparti protezione generale
- scomparti trafo ausiliari
- scomparti protezione banco di rifasamento

- Banchi di rifasamento
- Trasformatore MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV da 100 kVA
- Quadri servizi ausiliari
- Quadri misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo

La stazione elettrica, anche dopo gli interventi previsti, sarà a servizio, oltre che del parco ripotenziato di Camporeale (ERG Wind Sicilia 2) anche del parco ripotenziato di Partinico Monreale (ERG Wind Sicilia 4).

Per maggiori dettagli circa la SSEU si rimanda alla specifica relazione CAM-ENG-REL-0027-00.

3.5. POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI

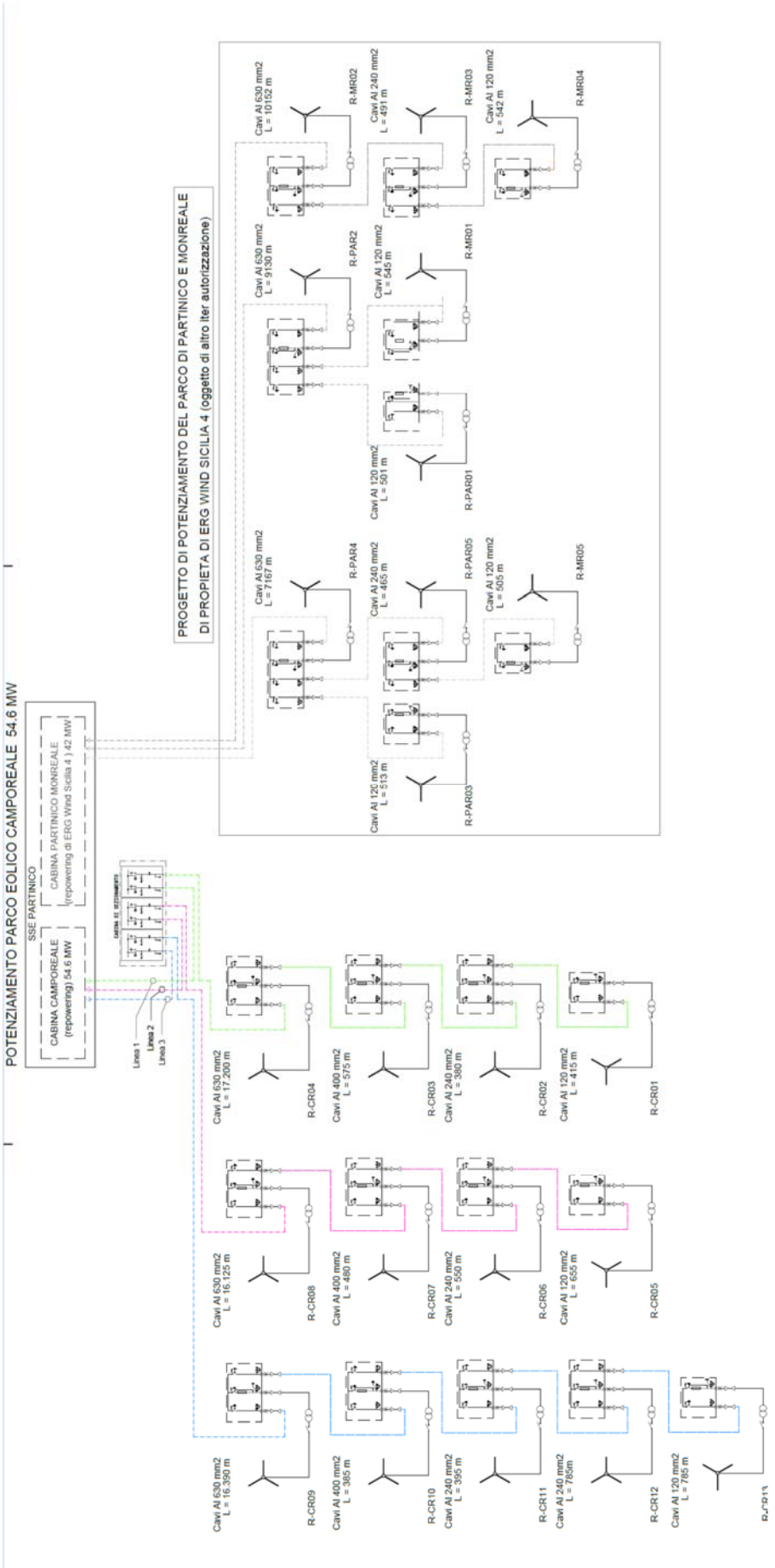
Il parco eolico avrà una potenza complessiva di 54,60 MW, data dalla somma delle potenze elettriche di n. 13 aerogeneratori.

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono collegati fra di loro a gruppi di 3/4, costituendo così n. 3 distinti sotto campi, come di seguito meglio rappresentato.

Sottocampo	Aerogeneratori	Potenza	Comune
LINEA 1	R-CR01; R-CR02; R-CR03, R-CR04	16,8 MW	Camporeale
LINEA 2	R-CR05, – R-CR06, R-CR07, R-CR08	16,8 MW	Camporeale
LINEA 3	R-CR09; R-CR10; R-CR11; R-CR12; R-CR13	21,0 MW	Camporeale

3.6. SCHEMA ELETTRICO

L'immagine di seguito riportata mostra lo schema elettrico del parco eolico, con evidenza dei sottocampi e delle linee di collegamento. Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati CAM-ENG-TAV-0086 e CAM-ENG-TAV-0091.


POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE 54.6 MW
SSE PARTINICO
CABINA CAMPOREALE
(repowering) 54.6 MW
CABINA PARTINICO MONREALE
(repowering di ERG Wind Sicilia 4) 42 MW
PROGETTO DI POTENZIAMENTO DEL PARCO DI PARTINICO E MONREALE
DI PROPIETA DI ERG WIND SICILIA 4 (oggetto di altro iter autorizzazione)
Linea 1
Linea 2
Linea 3
R-MR02
R-MR03
R-MR04
R-PAR2
R-MR01
R-PAR01
R-PAR4
R-PAR05
R-MR05
R-PAR03
R-CR04
R-CR03
R-CR02
R-CR01
R-CR08
R-CR07
R-CR06
R-CR05
R-CR09
R-CR10
R-CR11
R-CR12

3.7. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

Coerentemente con la suddivisione in sotto campi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di raccolta dell'energia dagli aerogeneratori verso la SSEU 30/150 kV è articolato su n.3 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sotto campo. Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 630 mm^2.

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sotto campo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore. Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sotto campi che per la connessione alla SSE, saranno del tipo standard con schermo elettrico. Nella tabella che segue si riporta calcolo preliminare delle linee elettriche di collegamento da rivalutare in fase esecutiva.

	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm^2]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
ERG WIND SICILIA 2	LINEA 1	R-CR01	R-CR02	3x1x120	415	4,2
		R-CR02	R-CR03	3x1x240	380	8,4
		R-CR03	R-CR04	3x1x400	575	12,6
		R-CR04	SSE	3x1x630	17.200	16,8
	LINEA 2	R-CR05	R-CR06	3x1x120	655	4,2
		R-CR06	R-CR07	3x1x240	550	8,4
		R-CR07	R-CR08	3x1x400	480	12,6
		R-CR08	SSE	3x1x630	16.125	16,8
	LINEA 3	R-CR13	R-CR12	3x1x120	785	4,2
		R-CR12	R-CR11	3x1x240	785	8,4
		R-CR11	R-CR10	3x1x240	395	12,6
		R-CR10	R-CR09	3x1x400	385	16,8
		R-CR09	SSE	3x1x630	16.390	21
				POTENZA COMPLESSIVA		54,600

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, con protezioni meccaniche ove necessario, ad una profondità di 1,10 m dal piano di calpestio. 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.

Per il dettaglio dei tipologici di posa, si rimanda all'elaborato CAM-ENG-TAV-0071_00.

4. FONTI DI EMISSIONE

Le apparecchiature elettromeccaniche previste nella realizzazione del parco eolico in oggetto generano normalmente, durante il loro funzionamento, campi elettromagnetici con radiazioni non ionizzanti.

In particolare, sono da considerarsi come sorgenti di campo elettromagnetico le seguenti componenti del parco eolico:

- tutte le linee elettriche a servizio del parco:
  - elettrodotto MT di interconnessione fra gli aerogeneratori del sottocampo;
  - elettrodotto MT di vettoriamento dell'energia prodotta dai sottocampo verso la cabina di trasformazione;
- le cabine di trasformazione primarie e secondarie;
- le cabine di sezionamento;
- i generatori eolici.

Le rimanenti componenti dell'impianto (sezione BT, apparecchiature del sistema di controllo, etc) sono state giudicate non significative dal punto di vista delle emissioni elettromagnetiche, pertanto non verranno trattate ai fini della valutazione.

Di seguito verrà data una caratterizzazione delle sorgenti appena individuate.

4.1. ELETTRODOTTO MT

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSE, saranno del tipo standard.

Si tratta di cavi unipolari riuniti in elica visibile, con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da mescola in elastomero termoplastico HPTE, e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di mescola estrusa. Il cavo presenta uno schermo metallico. Sopra lo schermo metallico è presente una guaina protettiva.

I cavi verranno interrati ad una profondità di 1,10 m. La tensione di esercizio dei cavi è pari a 30 kV.

Le correnti nominali per ciascuna linea sono funzione della potenza vettoriata e del numero di aerogeneratori collegati a valle di tale linea. Ciascun aerogeneratore ha una produzione nominale pari a 85 A alla tensione di 30 kV. La tabella che segue riporta il dimensionamento dei cavi e la verifica delle sezioni, secondo quanto previsto dalla norma CEI 11-17. Tutte le linee in cavo soddisfano la verifica termica prevista dalla citata normativa, sia per quanto concerne le correnti di cortocircuito che per la tenuta termica dei cavi.

ERG WIND SICILIA 2

LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm^2]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVAr]	ΔV %	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Δp %
LINEA 1	R-CR01	R-CR02	3x1x120	415	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,1382	0,054	1,380	0,07%	3,68%	3,008	0,07%
	R-CR02	R-CR03	3x1x240	380	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,0627	0,042	2,761	0,07%	3,60%	5,460	0,06%
	R-CR03	R-CR04	3x1x400	575	12,6	255,55	557	2	0,838	466,81	55%	0,0604	0,063	4,141	0,11%	3,53%	11,829	0,09%
	R-CR04	SSE	3x1x630	17.200	16,8	340,74	725	6	0,745	540,10	63%	1,2711	1,703	5,522	3,42%	3,42%	442,722	2,64%
LINEA 2	R-CR05	R-CR06	3x1x120	655	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,2181	0,085	1,380	0,11%	3,52%	4,748	0,11%
	R-CR06	R-CR07	3x1x240	550	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,0908	0,061	2,761	0,10%	3,40%	7,902	0,09%
	R-CR07	R-CR08	3x1x400	480	12,6	255,55	557	2	0,838	466,81	55%	0,0504	0,053	4,141	0,09%	3,30%	9,874	0,08%
	R-CR08	SSE	3x1x630	16.125	16,8	340,74	725	6	0,745	540,10	63%	1,1916	1,596	5,522	3,20%	3,20%	415,052	2,47%
LINEA 3	R-CR13	R-CR12	3x1x120	785	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,2614	0,102	1,380	0,14%	4,57%	5,691	0,14%
	R-CR12	R-CR11	3x1x240	785	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,1295	0,086	2,761	0,15%	4,43%	11,279	0,13%
	R-CR11	R-CR10	3x1x240	395	12,6	255,55	428	2	0,838	358,70	71%	0,0652	0,043	4,141	0,11%	4,28%	12,769	0,10%
	R-CR10	R-CR09	3x1x400	385	16,8	340,74	557	2	0,838	466,81	73%	0,0404	0,042	5,522	0,10%	4,17%	14,080	0,08%
	R-CR09	SSE	3x1x630	16.390	21	425,92	725	6	0,745	540,10	79%	1,2112	1,623	6,902	4,07%	4,07%	659,176	3,14%
		POTENZA COMPLESSIVA			54,600													

4.2. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE 30/150 KV

La stazione di trasformazione MT/AT ha lo scopo di elevare la tensione dai 30 kV della rete MT proveniente dal parco eolico Camporeale e dal parco eolico Partinico-Monreale, e ai 150 kV della rete di trasmissione nazionale, nella quale il parco dovrà conferire l'energia prodotta. Tale elevazione avverrà attraverso due trasformatori di potenza, rispettivamente da 50 MVA e da 45 MVA, uno per ciascuna sezione dell'impianto.

La corrente nominale dell'impianto in AT sarà pari a circa 390 A, ad una tensione di 150 kV e alla frequenza di rete di 50 HZ.

È prevista altresì l'installazione di due trasformatori trifase di distribuzione MT/BT (di cui uno oggetto della precedente iniziativa di potenziamento del parco eolico di Partinico), per l'alimentazione dei servizi ausiliari della stazione, della potenza nominale fino a 100 kVA.

Verrà fatto uso di trasformatori di tensione del tipo induttivo per le misure fiscali e del tipo capacitivo per le protezioni, così pure si farà uso di una terna di trasformatori amperometrici per effettuare le misure.

Infine, presso l'edificio esistente, verranno installati i quadri MT di protezione, sezionamento e misura, nonché i quadri

4.3. CABINA DI SEZIONAMENTO

Al fine di ottimizzare la gestione dei cavidotti, vista la lunghezza degli stessi è stata prevista l'installazione di una cabina di sezionamento.

Si prevede l'installazione di una cabina prefabbricata in c.a.v., nei pressi della S.P.39 e della Strada Comunale in contrada Lavatore, nel Comune di Partinico.

Le apparecchiature previste nella cabina, consentiranno, in caso di guasto, di poter disconnettere gli estremi delle linee elettriche ed effettuare le operazioni di ricerca guasti tramite strumentazione ecometrica.

All'intero della cabina di sezionamento verranno installati tre distinti scomparti di giunzione e sezionamento delle linee elettriche MT afferenti. identificate come "Linea 1", "Linea 2" e "Linea 3".

La cabina sarà del tipo monoblocco prefabbricato, con struttura monolitica autoportante senza giunti d'unione tra le pareti e tra queste ed il fondo, realizzati in calcestruzzo alleggerito con argilla espansa.

Presso la cabina di sezionamento verranno installate le apparecchiature elettromeccaniche necessarie ad effettuare il sezionamento delle linee elettriche (scomparti di giunzione).

All'intero della cabina di nuova realizzazione saranno installati n.6 scomparti di giunzione linee MT, due per ciascuna linea (Linea 1, Linea 2 e Linea 3), del tipo CEP I-SDC o equivalenti, che svolgono la funzione di interruttori di manovra-sezionatore, che avranno le seguenti caratteristiche tecniche:

- Isolamento in SF6;
- Sistema rilevazione presenza tensione;
- Relè rilevatore di guasto con segnalazione luminosa;
- Tensione nominale fino a 36 kV;
- Corrente nominale 630 A;
- Corrente di breve durata 12,5 kA /1s;

Saranno installati n. 2 scomparti per ciascun Circuito afferente alla cabina, rispettivamente uno sulla linea in arrivo e l'altro sulla linea in partenza, come illustrato nella seguente immagine.

4.4. GENERATORI EOLICI

Relativamente alla solo componentistica elettrica, l'aerogeneratore risulta composto da:

- un generatore elettrico della potenza nominale pari a 4,2 MW alla tensione di 0,69kV;
- un trasformatore BT/MT 0,69/30kV della potenza di 5MVA;
- scomparti MT per la connessione in entra-esci dell'aerogeneratore con la linea passante, in numero variabile a seconda della configurazione della rete;
- un sistema LPS per la protezione dalla sovratensioni atmosferiche;
- una rete di terra, collegata con le fondazioni dell'aerogeneratore;
- un sistema di controllo, che sovrintende e supervisiona il funzionamento dell'aerogeneratore e le eventuali anomalie.

La potenza del generatore elettrico viene resa ad un livello di tensione pari a 690V, che viene innalzata attraverso il trasformatore BT/MT alla tensione di esercizio della rete, pari a 30 kV. La potenza cosi prodotta, con un livello di tensione compatibile con la rete, viene immessa nella rete di vettoriamento tramite un collegamento in entra-esci, realizzato attraverso gli scomparti MT installati alla base dell'aerogeneratore.

La navicella che accoglie le principali apparecchiature di cui sopra è installata ad un'altezza pari

a circa 115 m; su di essa è installato il rotore, al quale sono connesse radialmente le pale rotoriche, le quali fanno si che il sistema nel suo complesso raggiunga l'altezza media di oltre 185 m dal suolo.

Tali pale rotoriche sono sicuramente il componente maggiormente soggetto al rischio di fulminazione, e, proprio per tale motivo l'aerogeneratore è dotato di un sistema di protezione dalle scariche atmosferiche.

Tutte le parti metalliche non attive presenti all'interno dell'aerogeneratore sono collegate alla sbarra di terra, cosi pure la rete di terra esterna all'aerogeneratore. Anche il trasformatore MT/BT risulta collegato alla sbarra di terra attraverso il proprio centro stella.

La rete di terra consisterà nella posa di un doppio anello di rame della sezione di 95 mm, posato ad una profondità pari a quella del piano di posa delle fondazioni. I due anelli saranno collegati radialmente fra loro, e collegati in più punti anche all'armatura del plinto di fondazione.

5. VALORI LIMITE DI RIFERIMENTO

Nella redazione della relazione tecnica sui campi elettromagnetici e sul contenimento del rischio di elettrocuzione è stato tenuto conto della normativa vigente in materia.

In particolare, sono state recepite le indicazioni contenute nel DPCM 08/07/2003, il quale fissa i limiti di esposizione, i valori di attenzione e gli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete generati dagli elettrodotti. Si è, inoltre, tenuto conto di quanto previsto dal DM 29/05/2008 per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti (metodologia di calcolo indicata dall'APAT), e della Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55.

5.1. VALORI LIMITE DEL CAMPO MAGNETICO

Per quanto concerne il campo magnetico generato dagli elettrodotti, esistono tre diverse soglie cui fare riferimento, fissate attraverso il DPCM 8/07/2003.

L'art. 3 del citato decreto indica come soglie i valori dell'induzione magnetica mostrati in tabella.

Soglia	Valore limite del campo magnetico
Limite di esposizione	**100 μT** (da intendersi come valore efficace)
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)

5.2. VALORI LIMITE DEL CAMPO ELETTRICO

Per quanto concerne il campo elettrico, il DPCM 8/07/2003 stabilisce il valore limite di tale campo pari a 5kV/m, inteso come valore efficace.

6. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI ELETTRODOTTI

Quella che viene presentata in questi paragrafi è una valutazione analitica del campo magnetico generato dagli elettrodotti, basata sulle metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, e specificate dalla norma CEI 106-11.

Per la valutazione del campo magnetico generato dall'elettrodotto occorre innanzitutto distinguere gli elettrodotti in funzione della tipologia dei cavi utilizzati.

Il progetto, infatti, prevede l'utilizzo di cavi del tipo in alluminio schermati in posa a trifoglio a elica visibile per sezioni sezioni fino a 300 mm^2, mentre a semplice trifoglio per i cavi di sezione maggiore.

La tabella che segue mostra le differenti tipologie di cavi da utilizzare e le caratteristiche di posa

	Cavi con isolamento in EPR		
Sezione (mm^2)	120	240	630
Tipo posa	Cordato a elica visibile	Cordato a elica visibile	Trifoglio
Profondità posa (m)	1,10	1,10	1,10

6.1. CAVI POSA ELICORDATA SEZIONE 120-240 MM2

Si fa presente che, date le caratteristiche costruttive, i cavi in progetto presentano una configurazione ad elica visibile per le sezioni fino a 300 mm^2.

Come già anticipato, trattasi di cavi elicordati ad elica visibile. Come noto dalla normativa citata in materia, le particolarità costruttive di questi cavi, ossia la ridotta distanza tra le fasi e la loro continua trasposizione dovuta alla cordatura, fanno si che il campo magnetico prodotto sia notevolmente inferiore a quello prodotto da cavi analoghi posati in piano o a trifoglio.

In aggiunta a questa prima considerazione, si fa notare come la metodologie di calcolo suggerite dall'APAT (Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici), approvate dal D.M. 29/05/2008, con le quali verranno condotti i calcoli nel seguito, fanno esplicito riferimento al caso in questione come un caso per il quale non è richiesto alcun calcolo delle fasce di rispetto. All'art. 3.2 dell'allegato al suddetto decreto viene infatti detto che:

"*sono escluse dall'applicazione della metodologia:*

……..

- *Le linee in MT in cavo cordato ad elica (interrate o aeree);*

In tutti questi casi le fasce associabili hanno ampiezza ridotta, inferiori alle distanza previste dal Decreto interministeriale n. 449/88 e dal decreto del Ministero dei Lavori Pubblici del 16 gennaio 1991".

Trattandosi nei casi in questione di un elettrodotto costituito da linee in MT in cavo cordato ad elica, come evidenziato in precedenza, si ritiene a maggior ragione non essere necessario alcuno studio circa i campi magnetici generati dai cavi di sezione 120 – 240 mm^2.

Il campo elettromagnetico generato dai cavi di sezione 120 – 240 mm^2 risulta essere infatti di gran lunga inferiore ai valori limite richiesti e, pertanto, già dopo una prima analisi qualitativa, se ne può escludere la valutazione numerica, cosi come previsto dalla normativa e dalle leggi vigenti.

6.2. CAVI POSA A TRIFOGLIO SEZIONE 400-630 MM2

Per la valutazione del campo magnetico generato da tali elettrodotti occorre innanzitutto individuare le possibili diverse configurazioni che si presentano nel caso in esame, e sulla base di questi individuare i diversi casi sui quali effettuare la valutazione del campo.

Si possono individuare nel parco eolico in progetto le seguenti tipologie di elettrodotti:

- CASO A: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 1 terne cavi MT posata a trifoglio;
- CASO B: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 2 terne cavi MT posata a trifoglio;
- CASO C: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 3 terne cavi MT posata a trifoglio.
- CASO D: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 4 terne cavi MT posata a trifoglio.
- CASO E: Linea elettrica in cavo interrato costituita da 6 terne cavi MT posata a trifoglio.

Tali casistiche sono riferite alle sezioni costituite da cavi di sezione 630 mm^2, della tipologia ARP1H5(AR)E o equivalente, ossia cavi unipolari, in quanto, come già detto al paragrafo precedente, per i cavi di sezioni inferiori è previsto l'utilizzo di cavi tripolari elicordati i cui campi elettromagnetici generati sono già definiti trascurabili dalla normativa.

Occorre inoltre tenere in considerazione la tipologia dei cavi usati per la realizzazione degli elettrodotti; si tratta di cavi sotterranei in posa a trifoglio, posati ad una profondità di 1,10 m.

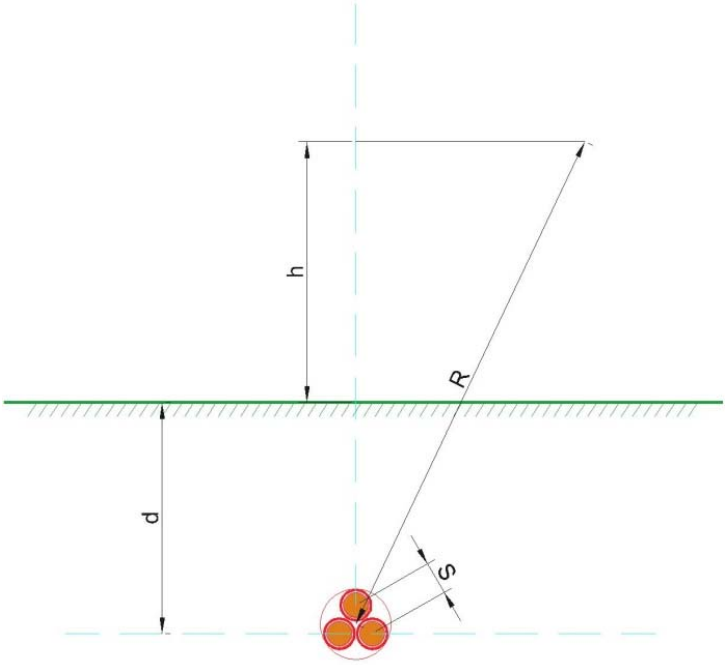
Si procederà adesso, per ognuno dei casi precedentemente introdotti, ad una valutazione specifica del campo magnetico.

6.2.1. Caso a – 1 terna di cavi

Per quanto concerne il caso di una singola terna di cavi sotterranei di media tensione posati a trifogli, la norma CEI 106-11 al cap.7.1 indica che con una profondità di posa pari a 0,80 m già al livello del suolo sulla verticale del cavo e nelle condizioni limite di portata si determina una induzione magnetica inferiore a 3 μT. A maggior ragione, considerata una reale profondità di posa pari a 1,10 m, risulta al livello del suolo un valore ancora inferiore.

A scopo cautelativo, si è comunque effettuato il calcolo analitico dei campi magnetici generati da questa configurazione.

Si terrà conto nel seguito per il modello del sistema di cavi unipolari posati a trifoglio e non elicordati, come di seguito riportato.



Come infatti suggerito dalla norma CEI 106-11 al cap. 6.2.3, per i cavi unipolari posati a trifoglio è possibile ricorrere ad una espressione approssimata del campo magnetico, come di seguito riportato.

$$B = 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S * I}{R^2}$$

dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

Profondità di posa dei cavi	-1,10 m
distanza terna dall'asse y	0 m
Sezione terna	3x1x630 mm^2
Portata cavo nominale	725 A
Portata cavo corretta	675 A

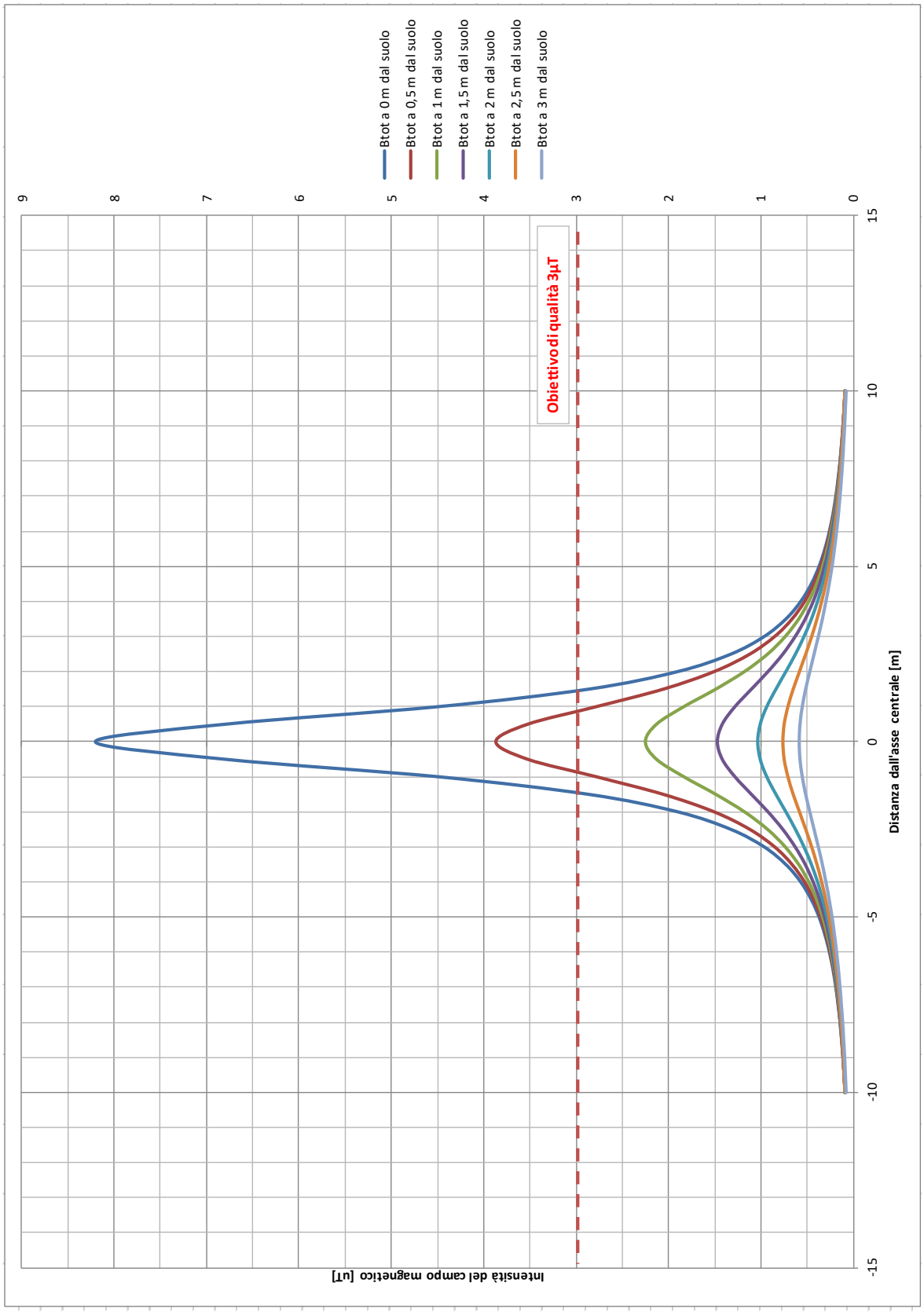
Ai fini del calcolo relativo a una terna di cavi, è stato preso in esame il caso di una terna di cavi della sezione di 630 mm^2.

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione di cui al paragrafo 4.1.1, che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo.

La 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.

Distanza dall'asse centrale [m]	B_{tot} a 1 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 1,5 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 2 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 2,5 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 3 m dal suolo [μT]
-10,00	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08
-9,50	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
-9,00	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10
-8,50	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
-8,00	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12
-7,50	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14
-7,00	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15
-6,50	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17
-6,00	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19
-5,50	0,29	0,27	0,25	0,23	0,21
-5,00	0,34	0,31	0,29	0,26	0,24
-4,50	0,40	0,37	0,33	0,30	0,27
-4,00	0,49	0,44	0,39	0,34	0,30
-3,50	0,60	0,52	0,45	0,39	0,34
-3,00	0,74	0,63	0,53	0,45	0,38
-2,50	0,93	0,76	0,63	0,52	0,43
-2,00	1,18	0,92	0,73	0,58	0,48
-1,50	1,49	1,10	0,84	0,65	0,52
-1,00	1,83	1,28	0,94	0,71	0,56
-0,50	2,13	1,42	1,01	0,75	0,58
0,00	2,25	1,47	1,03	0,77	0,59
0,50	2,13	1,42	1,01	0,75	0,58
1,00	1,83	1,28	0,94	0,71	0,56
1,50	1,49	1,10	0,84	0,65	0,52
2,00	1,18	0,92	0,73	0,58	0,48
2,50	0,93	0,76	0,63	0,52	0,43
3,00	0,74	0,63	0,53	0,45	0,38
3,50	0,60	0,52	0,45	0,39	0,34
4,00	0,49	0,44	0,39	0,34	0,30
4,50	0,40	0,37	0,33	0,30	0,27
5,00	0,34	0,31	0,29	0,26	0,24
5,50	0,29	0,27	0,25	0,23	0,21
6,00	0,25	0,23	0,22	0,20	0,19
6,50	0,21	0,20	0,19	0,18	0,17
7,00	0,19	0,18	0,17	0,16	0,15
7,50	0,16	0,16	0,15	0,14	0,14
8,00	0,15	0,14	0,13	0,13	0,12
8,50	0,13	0,13	0,12	0,12	0,11
9,00	0,12	0,11	0,11	0,11	0,10
9,50	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
10,00	0,10	0,09	0,09	0,09	0,08

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.



Ricordando che il vincolo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 μT,

si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale, pari a 2,25 μT, inferiore al limite fissato.

Per il caso A in esame, risulta pertanto abbondantemente rispettato il valore limite di esposizione pari a 100 μT lungo tutto il percorso dei cavi, così pure l'obiettivo di qualità pari a 3 μT.

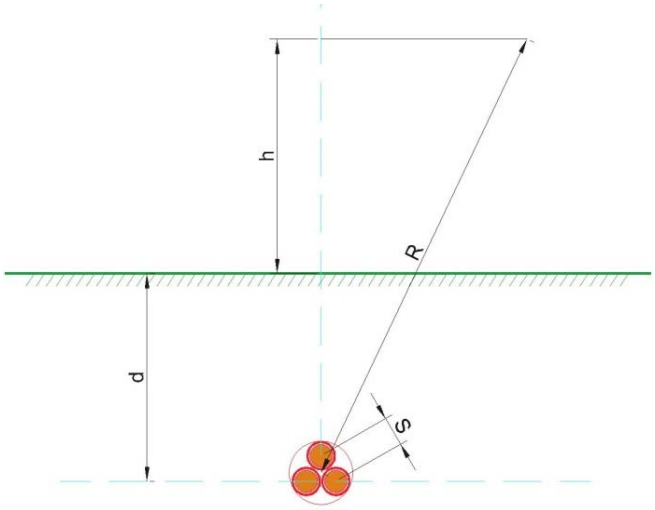
6.2.2. Caso B – 2 terne di cavi

Per tener conto della presenza di due o più terne nella stessa sezione di scavo si è fatto ricorso ad un modello matematico che tenesse conto del 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.

$$B_x = \frac{\mu_0}{2\pi}\sum_i I_i \left[\frac{y_i - y}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}\right] \qquad B_y = \frac{\mu_0}{2\pi}\sum_i I_i \left[\frac{x_i - x}{(x - x_i)^2 + (y - y_i)^2}\right]$$

È possibile a questo punto effettuare una semplificazione del modello, che consideri il contributo non del singolo conduttore ma dell'intera terna, della quale sono note le caratteristiche geometriche. Si terrà conto nel seguito per il modello del sistema di cavi unipolari posati a trifoglio e non elicordati: in questo modo viene introdotto un grado di protezione maggiore nel sistema, essendo il campo magnetico generato dal un cavo elicordato meno intenso di quello di una terna posata a trifoglio.



Come infatti suggerito dalla norma CEI 106-11 al cap. 6.2.3, per i cavi unipolari posati a trifoglio

è possibile ricorrere ad una espressione approssimata del campo magnetico, come di seguito riportato.

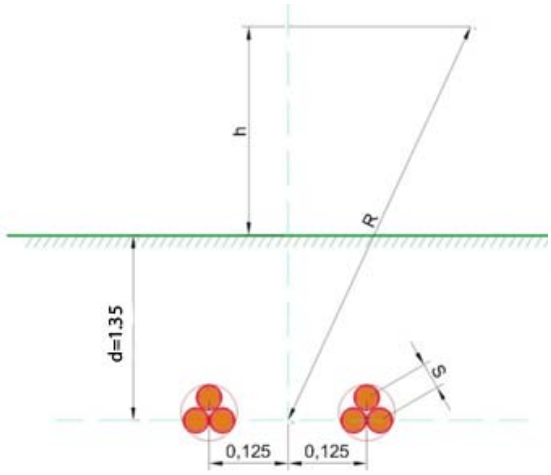
$$B = 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S * I}{R^2}$$

dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal conduttore centrale, S [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a I [A].

Considerata la natura vettoriale del campo magnetico, è possibile sommare i contributi dovuti alle singole terne e calcolare, attraverso il modello semplificato di cui prima, il valore del campo magnetico nello spazio circostante l'elettrodotto.

Considerata quindi la disposizione spaziale delle due terne, e fissando **l'asse centrale** del sistema come riportato in figura, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

$$B = 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_1 * I_1}{(x - x_1)^2 + (y - d)^2} + 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_2 * I_2}{(x - x_2)^2 + (y - d)^2}$$



dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal centro del sistema (baricentro delle due terne di cavi), Si [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i-esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a Ii [A] (specifica della terna i-esima).

Per quanto riguarda la corrente I_i, il DPCM 8/07/2003 all'art.6 indica di fare riferimento alla portata in corrente in servizio normale dell'elettrodotto, cosi come definita dalla norma CEI 11-60, la quale regolamenta la portata al limite termico delle linee aeree esterne con tensione maggiore di 100 kV. Trattandosi nel caso specifico invece di linea interrata in media tensione (30 kV), e non potendosi fare riferimento a quanto previsto dal decreto, si è fatto riferimento

alla portata in corrente in regime permanente, cosi come definita dalla norma CEI 11-17.

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

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

Profondità di posa dei cavi	-1,10 m
distanza terna 1 dall'asse y	-0,125 m
distanza terna 2 dall'asse y	0,125 m
Sezione terne	3x1x630 mm^2
Portata cavo nominale	725 A
Portata cavo corretta	607 A

Ai fini del calcolo relativo a due terne di cavi, è stato preso in esame il caso con la compresenza nello stesso scavo di due terne di cavi della sezione di 630 mm^2.

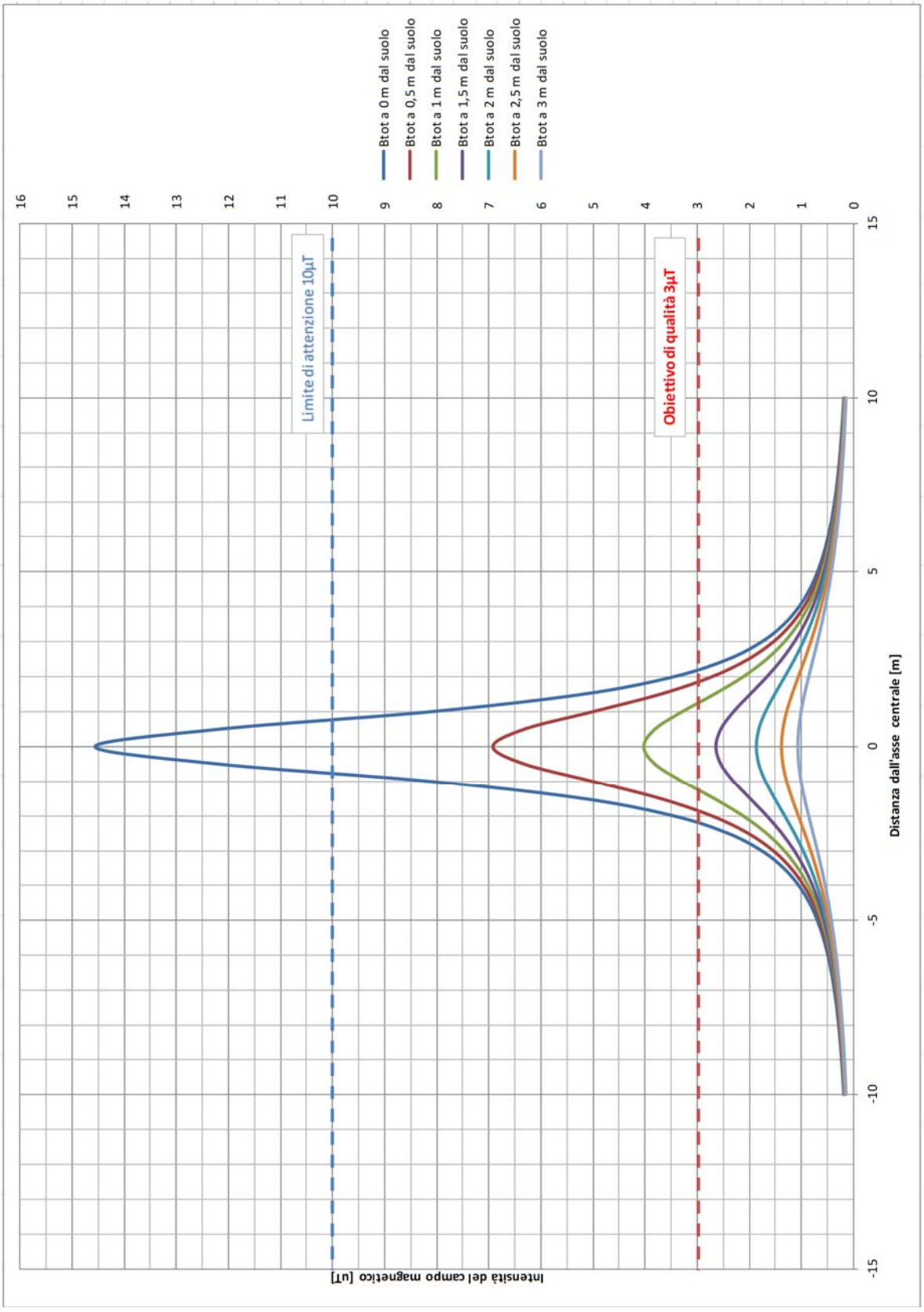
Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione di cui al paragrafo 4.1.1, che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo.

La 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.

Distanza dall'asse centrale [m]	B_{tot} a 1 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 1,5 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 2 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 2,5 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 3 m dal suolo [μT]
-10,00	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15
-9,50	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17
-9,00	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18
-8,50	0,23	0,23	0,22	0,21	0,20
-8,00	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22
-7,50	0,29	0,28	0,27	0,26	0,24
-7,00	0,33	0,32	0,30	0,29	0,27
-6,50	0,38	0,36	0,34	0,32	0,30
-6,00	0,44	0,42	0,39	0,36	0,34
-5,50	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38
-5,00	0,61	0,56	0,52	0,47	0,43
-4,50	0,72	0,66	0,60	0,54	0,48
-4,00	0,88	0,78	0,70	0,62	0,54
-3,50	1,07	0,94	0,82	0,71	0,61
-3,00	1,33	1,13	0,96	0,81	0,69
-2,50	1,68	1,37	1,13	0,93	0,77
-2,00	2,13	1,66	1,31	1,05	0,86
-1,50	2,68	1,98	1,50	1,17	0,94
-1,00	3,30	2,30	1,68	1,28	1,00
-0,50	3,82	2,54	1,81	1,35	1,04

Distanza dall'asse centrale [m]	B_{tot} a 1 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 1,5 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 2 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 2,5 m dal suolo [μT]	B_{tot} a 3 m dal suolo [μT]
0,00	4,03	2,63	1,85	1,38	1,06
0,50	3,82	2,54	1,81	1,35	1,04
1,00	3,30	2,30	1,68	1,28	1,00
1,50	2,68	1,98	1,50	1,17	0,94
2,00	2,13	1,66	1,31	1,05	0,86
2,50	1,68	1,37	1,13	0,93	0,77
3,00	1,33	1,13	0,96	0,81	0,69
3,50	1,07	0,94	0,82	0,71	0,61
4,00	0,88	0,78	0,70	0,62	0,54
4,50	0,72	0,66	0,60	0,54	0,48
5,00	0,61	0,56	0,52	0,47	0,43
5,50	0,52	0,48	0,45	0,41	0,38
6,00	0,44	0,42	0,39	0,36	0,34
6,50	0,38	0,36	0,34	0,32	0,30
7,00	0,33	0,32	0,30	0,29	0,27
7,50	0,29	0,28	0,27	0,26	0,24
8,00	0,26	0,25	0,24	0,23	0,22
8,50	0,23	0,23	0,22	0,21	0,20
9,00	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18
9,50	0,19	0,18	0,18	0,17	0,17
10,00	0,17	0,17	0,16	0,16	0,15

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.


Btot a 0 m dal suolo
Btot a 0,5 m dal suolo
Btot a 1 m dal suolo
Btot a 1,5 m dal suolo
Btot a 2 m dal suolo
Btot a 2,5 m dal suolo
Btot a 3 m dal suolo
Limite di attenzione 10μT
Obiettivo di qualità 3μT
Intensità del campo magnetico [uT]
Distanza dall'asse centrale [m]

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 μT, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 1m dal piano di calpestio, pari a 4,03 μT, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma, ma comunque inferiore al limite di esposizione di 100 μT.

Risulta quindi necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza h=1m) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3 μT.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 1,30 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a 2,93 μT.

Pertanto, relativamente all'elettrodotto costituito da 2 terne (caso B), viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 2,6 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 1,30 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Si ricorda inoltre che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema.

Infatti, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transitanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 30-40%. Pertanto, i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 30-40 %.

Infine, sia l'obiettivo di qualità di 3 μT che il limite di attenzione di 10 μT 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.

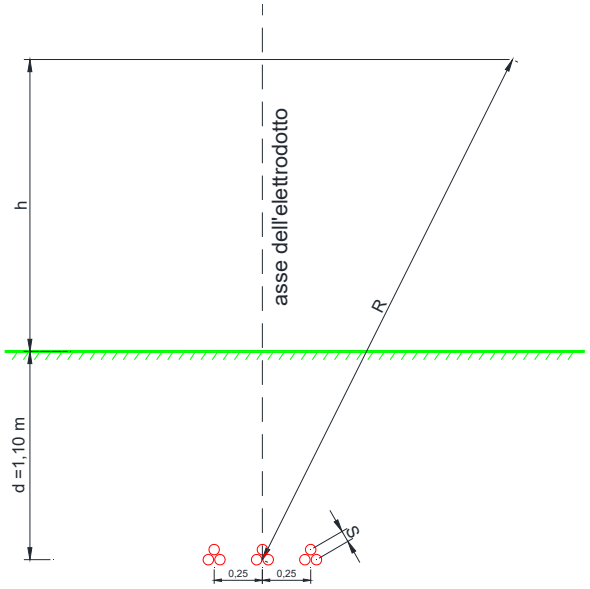
6.2.3. Caso C – 3 terne di cavi

Analogamente a quanto visto nel paragrafo precedente, viene condotto lo studio nel caso di un

elettrodotto costituito da tre terne di cavi.

Considerata quindi la disposizione spaziale delle terne, e fissando l'asse centrale del sistema come riportato in figura, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

$$B = 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_1 * I_1}{(x - x_1)^2 + (y - d)^2} + 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_2 * I_2}{(x - x_2)^2 + (y - d)^2} + 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_3 * I_3}{(x - x_3)^2 + (y - d)^2}$$



dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal centro del sistema (baricentro delle terne di cavi), Si [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i-esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a Ii [A] (specifica della terna i-esima). Sono stati quindi calcolate, fissando vari valori di h, le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

Profondità di posa dei cavi	-1,10 m
distanza terna 1 dall'asse y	-0,250 m
distanza terna 2 dall'asse y	0 m
distanza terna 3 dall'asse y	+ 0,250 m
Sezione terne	3x1x630 mm^2
Portata cavo nominale	725 A
Portata cavo corretta	574 A

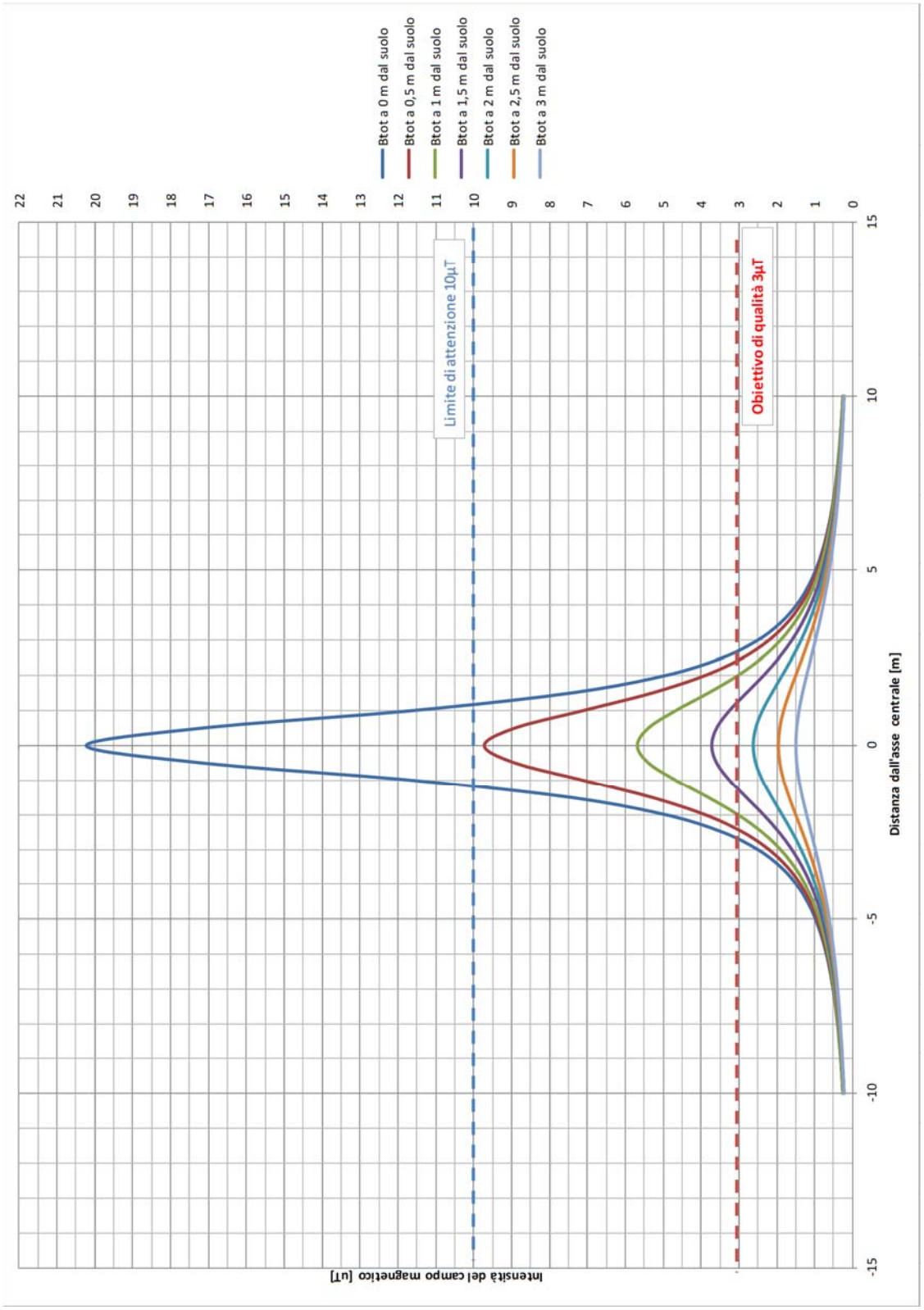
Ai fini del calcolo relativo a due terne di cavi, a scopo cautelativo è stato preso in esame il caso della compresenza nello stesso scavo di tre terne di cavi della sezione di 630 mm^2.

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione di cui al paragrafo 4.1.1, che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo.

La 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.

Distanza dall'asse centrale [m]	B_{tot} a 1 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 1,5 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 2 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 2,5 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 3 m dal suolo [µT]
-10	0,24	0,24	0,23	0,22	0,22
-9,5	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24
-9	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
-8,5	0,33	0,32	0,31	0,30	0,28
-8	0,37	0,36	0,34	0,33	0,31
-7,5	0,42	0,40	0,38	0,37	0,35
-7	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39
-6,5	0,54	0,52	0,49	0,46	0,43
-6,00	0,63	0,59	0,56	0,52	0,48
-5,50	0,73	0,69	0,64	0,59	0,54
-5,00	0,86	0,80	0,73	0,67	0,61
-4,50	1,03	0,94	0,85	0,76	0,68
-4,00	1,25	1,12	0,99	0,88	0,77
-3,50	1,53	1,34	1,16	1,01	0,87
-3,00	1,90	1,61	1,36	1,15	0,98
-2,50	2,39	1,95	1,60	1,32	1,10
-2,00	3,02	2,36	1,86	1,49	1,22
-1,50	3,81	2,81	2,13	1,66	1,33
-1,00	4,67	3,25	2,38	1,81	1,42
-0,50	5,39	3,59	2,56	1,91	1,48
0,00	5,69	3,72	2,62	1,95	1,50
0,50	5,39	3,59	2,56	1,91	1,48
1,00	4,67	3,25	2,38	1,81	1,42
1,50	3,81	2,81	2,13	1,66	1,33
2,00	3,02	2,36	1,86	1,49	1,22
2,50	2,39	1,95	1,60	1,32	1,10
3,00	1,90	1,61	1,36	1,15	0,98
3,50	1,53	1,34	1,16	1,01	0,87
4,00	1,25	1,12	0,99	0,88	0,77
4,50	1,03	0,94	0,85	0,76	0,68
5,00	0,86	0,80	0,73	0,67	0,61
5,50	0,73	0,69	0,64	0,59	0,54
6,00	0,63	0,59	0,56	0,52	0,48
6,50	0,54	0,52	0,49	0,46	0,43
7,00	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39
7,50	0,42	0,40	0,38	0,37	0,35
8,00	0,37	0,36	0,34	0,33	0,31
8,50	0,33	0,32	0,31	0,30	0,28
9,00	0,30	0,29	0,28	0,27	0,26
9,50	0,27	0,26	0,25	0,25	0,24
10,00	0,24	0,24	0,23	0,22	0,22

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.



Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 µT, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in

corrispondenza all'asse centrale ad 1m dal piano di calpesio, pari a 5,68 μT, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma, ma comunque inferiore al limite di esposizione di 100 μT.

Risulta quindi necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza h=1m) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3 μT.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 2,1 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a 2,88 μT .

Pertanto, relativamente all'elettrodotto costituito da 3 terne (caso C), viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 4,2 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 2,1 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Si ricorda inoltre che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema.

Infatti, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transitanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 30-40%. Pertanto, i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 30-40 %.

Infine, sia l'obiettivo di qualità di 3 μT che il limite di attenzione di 10 μT 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.

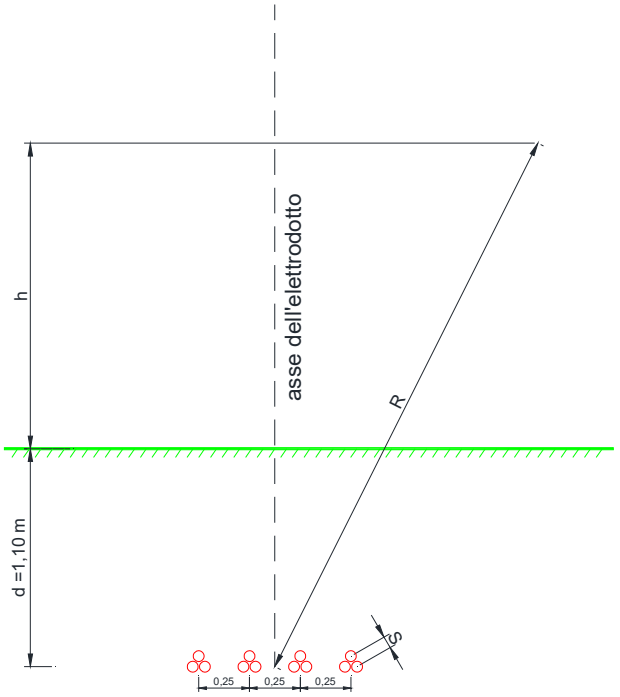
6.2.4. Caso D – 4 terne di cavi

Analogamente a quanto visto nel paragrafo precedente, viene condotto lo studio nel caso di un elettrodotto costituito da quattro terne di cavi.

Considerata quindi la disposizione spaziale delle terne, e fissando l'asse centrale del sistema

come riportato in figura, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

$$B = 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_1 * I_1}{(x - x_1)^2 + (y - d)^2} + 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_2 * I_2}{(x - x_2)^2 + (y - d)^2} + 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_3 * I_3}{(x - x_3)^2 + (y - d)^2} + 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_4 * I_4}{(x - x_4)^2 + (y - d)^2}$$



dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal centro del sistema (baricentro delle terne di cavi), Si [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i-esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a Ii [A] (specifica della terna i-esima). Sono stati quindi calcolate, fissando vari valori di h, le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

Profondità di posa dei cavi	-1,10 m
distanza terna 1 dall'asse y	-0,375 m
distanza terna 2 dall'asse y	-0,125 m
distanza terna 3 dall'asse y	+ 0,125 m
distanza terna 4 dall'asse y	+ 0,375 m
Sezione terne cavi	3x1x630 mm^2
Portata cavo nominale cavi	725 A
Portata cavo corretta cavi	540 A

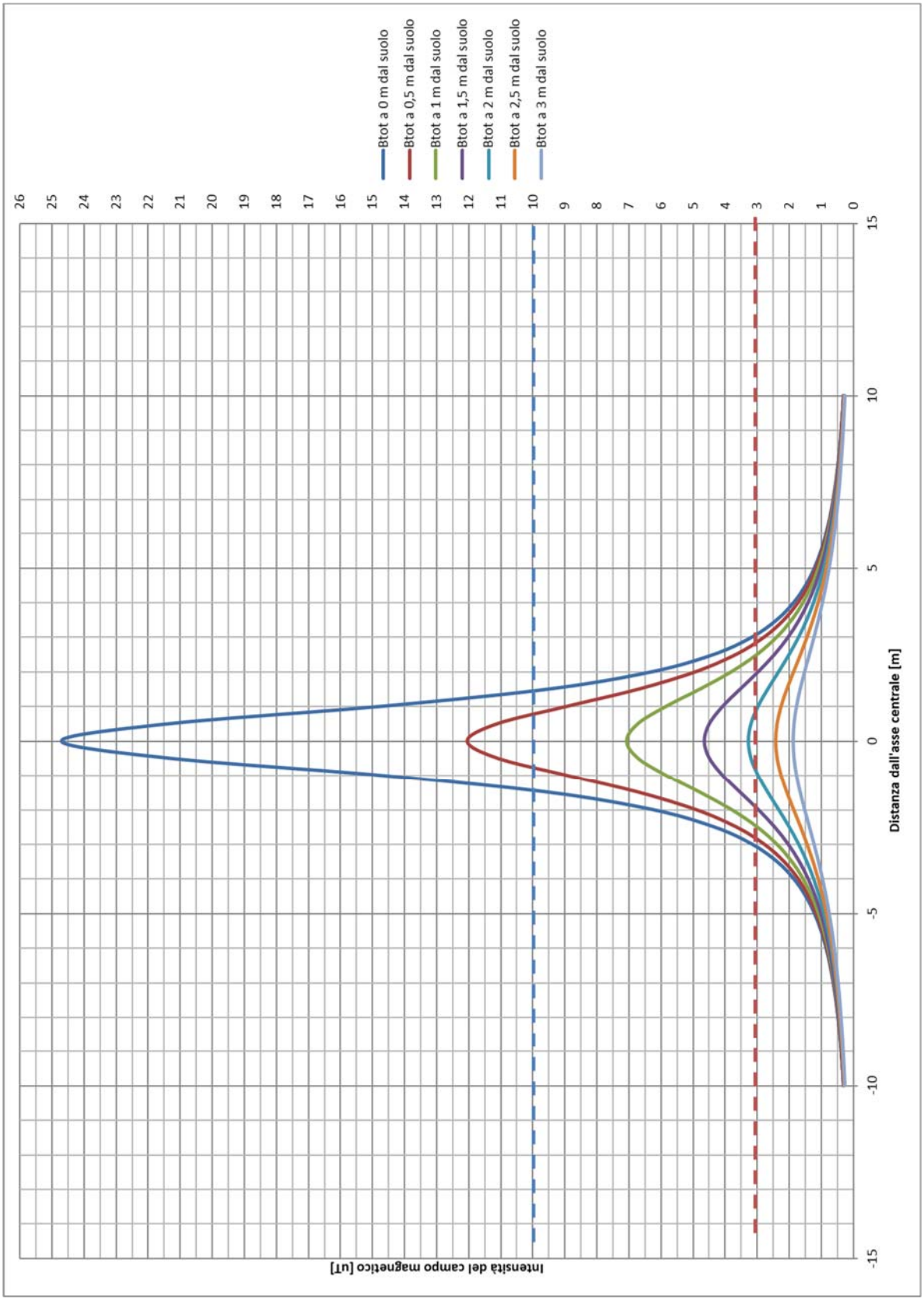
Ai fini del calcolo relativo a due terne di cavi, a scopo cautelativo è stato preso in esame il caso più gravoso riscontrato nell'intero impianto, ossia la compresenza nello stesso scavo di tre terne di cavi della sezione di 630 mm^2 relativi al parco eolico Camporeale, affiancati ad ulteriore una terna di cavi di medesima sezione, relativi al parco eolico Partinico-Monreale.

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione di cui al paragrafo 4.1, che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo.

La 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.

Distanza dall'asse centrale [m]	B_{tot} a 1 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 1,5 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 2 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 2,5 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 3 m dal suolo [µT]
-10	0,30	0,30	0,29	0,28	0,27
-9,5	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30
-9	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33
-8,5	0,42	0,40	0,39	0,37	0,36
-8	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39
-7,5	0,53	0,51	0,48	0,46	0,44
-7	0,60	0,57	0,54	0,51	0,48
-6,5	0,68	0,65	0,61	0,58	0,54
-6,00	0,79	0,75	0,70	0,65	0,60
-5,50	0,92	0,86	0,80	0,74	0,68
-5,00	1,09	1,00	0,92	0,84	0,76
-4,50	1,30	1,18	1,07	0,96	0,86
-4,00	1,57	1,40	1,25	1,10	0,97
-3,50	1,92	1,68	1,46	1,26	1,09
-3,00	2,39	2,03	1,71	1,45	1,23
-2,50	3,01	2,45	2,01	1,65	1,38
-2,00	3,81	2,96	2,33	1,87	1,52
-1,50	4,78	3,52	2,67	2,08	1,66
-1,00	5,84	4,07	2,98	2,26	1,78
-0,50	6,72	4,49	3,20	2,39	1,85
0,00	7,07	4,64	3,28	2,43	1,88
0,50	6,72	4,49	3,20	2,39	1,85
1,00	5,84	4,07	2,98	2,26	1,78
1,50	4,78	3,52	2,67	2,08	1,66
2,00	3,81	2,96	2,33	1,87	1,52
2,50	3,01	2,45	2,01	1,65	1,38
3,00	2,39	2,03	1,71	1,45	1,23
3,50	1,92	1,68	1,46	1,26	1,09
4,00	1,57	1,40	1,25	1,10	0,97
4,50	1,30	1,18	1,07	0,96	0,86
5,00	1,09	1,00	0,92	0,84	0,76
5,50	0,92	0,86	0,80	0,74	0,68
6,00	0,79	0,75	0,70	0,65	0,60
6,50	0,68	0,65	0,61	0,58	0,54
7,00	0,60	0,57	0,54	0,51	0,48
7,50	0,53	0,51	0,48	0,46	0,44
8,00	0,47	0,45	0,43	0,41	0,39
8,50	0,42	0,40	0,39	0,37	0,36
9,00	0,37	0,36	0,35	0,34	0,33
9,50	0,34	0,33	0,32	0,31	0,30
10,00	0,30	0,30	0,29	0,28	0,27

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.


Btot a 0 m dal suolo
Btot a 0,5 m dal suolo
Btot a 1 m dal suolo
Btot a 1,5 m dal suolo
Btot a 2 m dal suolo
Btot a 2,5 m dal suolo
Btot a 3 m dal suolo
Intensità del campo magnetico [uT]
Distanza dall'asse centrale [m]

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 μT, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 1m dal piano di calpestio, pari a 7,07 μT, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma, ma comunque inferiore al limite di esposizione di 100 μT.

Risulta quindi necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza h=1m) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3 μT.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 2,6 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a 2,87 μT .

Pertanto, relativamente all'elettrodotto costituito da 4 terne (caso D), viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 5,2 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 2,6 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Si ricorda inoltre che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema.

Innanzitutto, è stata presa in considerazione la posa dei cavi di massima sezione possibile (630 mm^2). Il valore reale dei campi risulterà, quindi, inferiore a quello calcolato, laddove la sezione dei cavi è inferiore a quella usata per il calcolo.

Inoltre, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transitanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 30-40%. Pertanto i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 30-40 %.

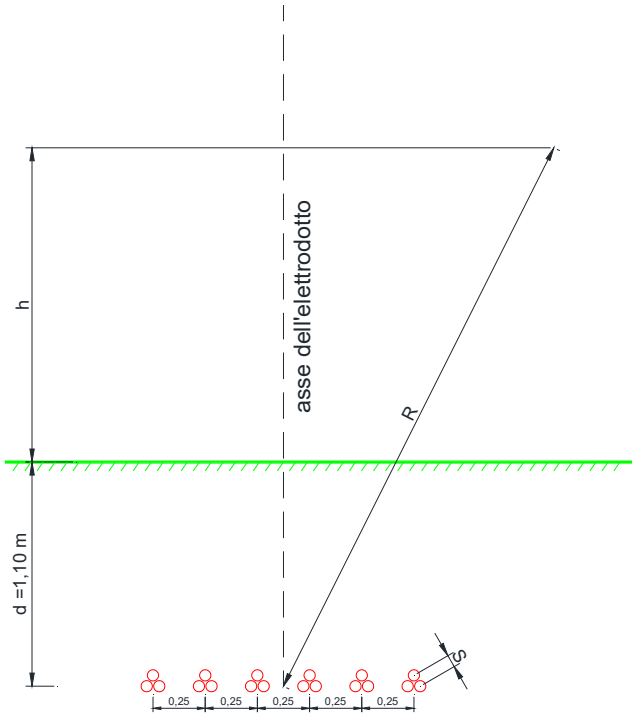
Infine, sia l'obiettivo di qualità di 3 μT che il limite di attenzione di 10 μT fanno riferimento al valore della mediana nelle 24 ore di esercizio. Tutti i dimensionamenti, invece, sono stati eseguiti tenendo conto delle potenze nominali degli aerogeneratori, ipotizzando il funzionamento a piena potenza. 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.

6.2.5. Caso E – 6 terne di cavi

Analogamente a quanto visto nel paragrafo precedente, viene condotto lo studio nel caso di un elettrodotto costituito da sei terne di cavi.

Considerata quindi la disposizione spaziale delle terne, e fissando l'asse centrale del sistema come riportato in figura, si può calcolare il campo magnetico generato dall'elettrodotto attraverso la seguente formula:

$$B = 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_1 * I_1}{(x - x_1)^2 + (y - d)^2} + 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_2 * I_2}{(x - x_2)^2 + (y - d)^2} + 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_3 * I_3}{(x - x_3)^2 + (y - d)^2} + 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_4 * I_4}{(x - x_4)^2 + (y - d)^2} + 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_5 * I_5}{(x - x_5)^2 + (y - d)^2} + 0{,}1 * \sqrt{6} * \frac{S_6 * I_6}{(x - x_6)^2 + (y - d)^2}$$



dove B [μT] è l'induzione magnetica in un generico punto distante R [m] dal centro del sistema (baricentro delle terne di cavi), Si [m] è la distanza fra i conduttori adiacenti della terna i-esima, percorsi da correnti simmetriche ed equilibrate di ampiezza pari a Ii [A] (specifica della terna i-esima). Sono stati quindi calcolate, fissando vari valori di h, le distribuzioni dell'intensità del campo magnetico su piani fuori terra paralleli al suolo.

Le condizioni operative per le quali sono stati eseguiti i calcoli sono le seguenti:

Profondità di posa dei cavi	-1,10 m
distanza terna 1 dall'asse y	-0,625 m
distanza terna 2 dall'asse y	-0,375 m
distanza terna 3 dall'asse y	-0,125 m
distanza terna 4 dall'asse y	+ 0,125 m
distanza terna 5 dall'asse y	+ 0,375 m
distanza terna 5 dall'asse y	+ 0,625 m
Sezione terne cavi	3x1x630 mm^2
Portata cavo nominale cavi	725 A
Portata cavo corretta cavi	540 A

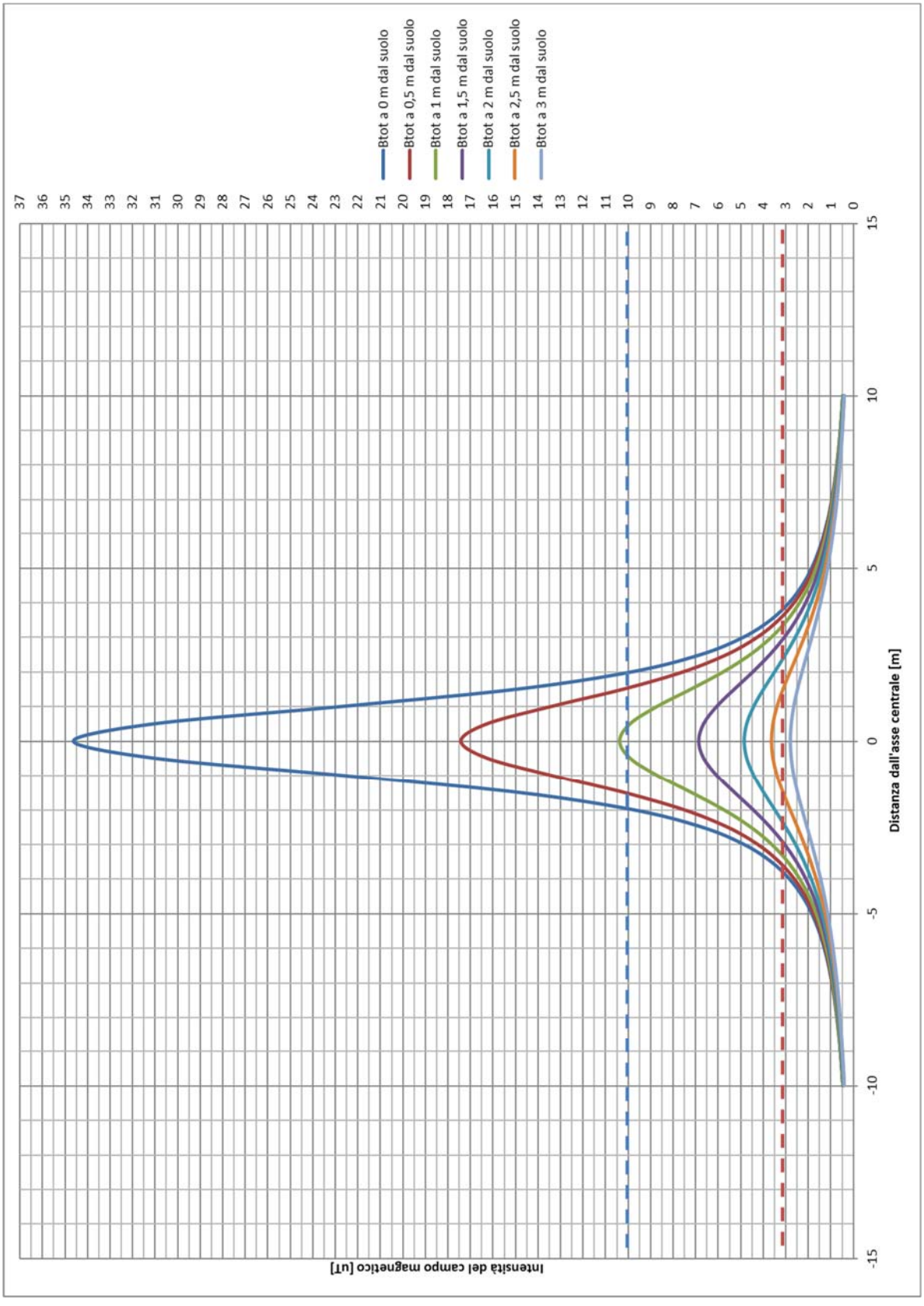
Ai fini del calcolo relativo a due terne di cavi, a scopo cautelativo è stato preso in esame il caso più gravoso riscontrato nell'intero impianto, ossia la compresenza nello stesso scavo di tre terne di cavi della sezione di 630 mm^2 relativi al parco eolico Camporeale, affiancati ad ulteriore tre terne di cavi di medesima sezione, relativi al parco eolico Partinico-Monreale.

Per la portata dei cavi, si è tenuto conto della portata corretta secondo i fattori di correzione di cui al paragrafo 4.1, che tiene conto delle condizioni di esercizio e della compresenza di più cavi nello stesso scavo.

La 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.

Distanza dall'asse centrale [m]	B_{tot} a 1 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 1,5 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 2 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 2,5 m dal suolo [µT]	B_{tot} a 3 m dal suolo [µT]
-10	0,46	0,45	0,44	0,42	0,41
-9,5	0,51	0,49	0,48	0,46	0,45
-9	0,56	0,55	0,53	0,51	0,49
-8,5	0,63	0,61	0,58	0,56	0,54
-8	0,70	0,68	0,65	0,62	0,59
-7,5	0,79	0,76	0,73	0,69	0,66
-7	0,90	0,86	0,82	0,77	0,73
-6,5	1,03	0,98	0,93	0,87	0,81
-6,00	1,19	1,12	1,05	0,98	0,91
-5,50	1,39	1,30	1,21	1,11	1,02
-5,00	1,64	1,52	1,39	1,26	1,15
-4,50	1,96	1,79	1,61	1,45	1,29
-4,00	2,38	2,12	1,88	1,66	1,46
-3,50	2,92	2,54	2,20	1,90	1,65
-3,00	3,63	3,07	2,58	2,18	1,85
-2,50	4,57	3,71	3,02	2,49	2,07
-2,00	5,77	4,46	3,51	2,81	2,28
-1,50	7,21	5,28	4,00	3,12	2,49
-1,00	8,71	6,07	4,44	3,38	2,65
-0,50	9,92	6,65	4,75	3,56	2,76
0,00	10,38	6,86	4,86	3,62	2,80
0,50	9,92	6,65	4,75	3,56	2,76
1,00	8,71	6,07	4,44	3,38	2,65
1,50	7,21	5,28	4,00	3,12	2,49
2,00	5,77	4,46	3,51	2,81	2,28
2,50	4,57	3,71	3,02	2,49	2,07
3,00	3,63	3,07	2,58	2,18	1,85
3,50	2,92	2,54	2,20	1,90	1,65
4,00	2,38	2,12	1,88	1,66	1,46
4,50	1,96	1,79	1,61	1,45	1,29
5,00	1,64	1,52	1,39	1,26	1,15
5,50	1,39	1,30	1,21	1,11	1,02
6,00	1,19	1,12	1,05	0,98	0,91
6,50	1,03	0,98	0,93	0,87	0,81
7,00	0,90	0,86	0,82	0,77	0,73
7,50	0,79	0,76	0,73	0,69	0,66
8,00	0,70	0,68	0,65	0,62	0,59
8,50	0,63	0,61	0,58	0,56	0,54
9,00	0,56	0,55	0,53	0,51	0,49
9,50	0,51	0,49	0,48	0,46	0,45
10,00	0,46	0,45	0,44	0,42	0,41

Il grafico che segue mostra la distribuzione di tali valori in funzione della distanza dall'asse centrale. Le varie curve mostrano il valore dell'intensità del campo al variare del parametro h (da 1 m a 3 m da terra), ossia la distribuzione del campo su piani fuori terra paralleli al suolo.


Btot a 0 m dal suolo
Btot a 0,5 m dal suolo
Btot a 1 m dal suolo
Btot a 1,5 m dal suolo
Btot a 2 m dal suolo
Btot a 2,5 m dal suolo
Btot a 3 m dal suolo
Intensità del campo magnetico [uT]
Distanza dall'asse centrale [m]

Ricordando che l'obiettivo da rispettare per il caso in esame è l'obiettivo di qualità, pari a 3 μT, si rileva che l'elettrodotto oggetto di studio produce un campo magnetico massimo, in corrispondenza all'asse centrale ad 1m dal piano di calpestio, pari a 10,38 μT, superiore all'obiettivo di qualità fissato dalla norma, ma comunque inferiore al limite di esposizione di 100 μT.

Risulta quindi necessario individuare una fascia di rispetto, definita, secondo la normativa citata, come la distanza sul piano orizzontale (ad altezza h=1m) dalla proiezione verticale della sorgente alla quale il campo elettromagnetico risulta essere inferiore all'obiettivo di qualità pari a 3 μT.

Utilizzando tali valori per il calcolo, la DPA risulta essere pari a circa 3,50 m, alla quale il campo residuo risulta essere pari a 2,92 μT .

Pertanto, relativamente all'elettrodotto costituito da 6 terne (caso E), viene individuata una fascia di rispetto complessiva di 7,0 m, centrata sull'asse del cavidotto (DPA pari a 3,5 m), al di fuori della quale è garantito il rispetto dell'obiettivo di qualità richiesto.

Si ricorda inoltre che le condizioni nelle quali è stato effettuato il calcolo sono peggiorative rispetto alla reale configurazione del sistema.

Innanzitutto, è stata presa in considerazione la posa dei cavi di massima sezione possibile (630 mm^2). Il valore reale dei campi risulterà, quindi, inferiore a quello calcolato, laddove la sezione dei cavi è inferiore a quella usata per il calcolo.

Inoltre, per il calcolo si è fatto riferimento alle portate massime dei cavi, corrette in funzione delle specifiche condizioni di posa. Tale ipotesi, prevista dalla norma, è comunque molto cautelativa, in quanto, trattandosi di impianto di produzione con potenza predeterminata, le massime correnti realmente transitanti nei conduttori (e di conseguenza i relativi campi elettromagnetici generati) saranno inferiori alle portate nominali, con fattori di sovradimensionamento del 30-40%. Pertanto i campi realmente generati saranno inferiori a quelli calcolati di un fattore pari al 30-40 %.

Infine, sia l'obiettivo di qualità di 3 μT che il limite di attenzione di 10 μT 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.

6.3. RIEPILOGO DPA ELETTRODOTTI

La tabella che segue mostra un riepilogo delle DPA dagli elettrodotti interrati di media tensione, calcolate come meglio specificato nei paragrafi precedenti.

Tipologia cavi	Sezione cavi	N. terne in parallelo	DPA
cavo interrato posa elicordata	120 mm^2 - 240 mm^2	Qualunque	0 m
cavo interrato posa a trifoglio	400-630 mm^2	1 (caso A)	0 m
		2 (caso B)	1,3 m
		3 (caso C)	2,1 m
		4 (caso D)	2,6 m
		6 (caso E)	3,5 m

Si fa presente che le casistiche D-E si riscontrano solo nel tratto di elettrodotto di nuova realizzazione in affiancamento all'elettrodotto relativo al parco eolico di Partinico-Monreale, e giace interamente all'interno della carreggiata stradale della SP89 e della viabilità di ingresso alla sottostazione elettrica.

Si rimanda all'allegato A per l'individuazione planimetrica delle DPA relative agli elettrodotti.

7. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLA SSE DI UTENTE

La stazione di trasformazione AT/MT è 150/30 kV una potenziale sorgente di campi elettromagnetici.
Con riferimento alla valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla SSEU 30/150 kV, sono state individuate le seguenti possibili sorgenti in grado di generare un campo elettromagnetico significativo determinando dunque l'opportunità di osservare la relativa distanza di prima approssimazione (DPA):

- Sbarre A.T. a 150 kV in aria;
- Condutture in cavo interrato o in aria a tensione nominale 30 kV;

Le altre possibili sorgenti di onde elettromagnetiche di minore rilevanza (linee di B.T., trasformatori M.T./B.T., trasformatori A.T./M.T., apparecchiature in B.T., ecc.), sono state giudicate non significative ai fini della presente valutazione, come peraltro riscontrato anche nella letteratura di settore.

Trattandosi di una cabina primaria isolata in aria, il D.M.29/05/08, allegato APAT, par. 5.2.2, non prevede di dover ricorrere al calcolo dei campi generati, in quanto le DPA, e quindi le fasce di rispetto, ricadono all'interno dell'area di pertinenza della stessa cabina.
Ad ulteriore conferma di quanto appena riportato, il gestore di rete ENEL Distribuzione S.p.a., nel documento "Linee Guida per l'applicazione del p.5.1.3 dell'Allegato al DM 29-05-2008 – Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche" riporta le DPA da applicare per le sottostazioni di trasformazione analoghe a quella oggetto della presente relazione.
In particolare, nell'allegato A al sopracitato documento, vengono riportate le distanze minime da garantire del centro sbarre AT e dal centro sbarre MT rispetto al perimetro dell'area della sottostazione. Tali distanze, per sistemi con caratteristiche analoghe a quelle della sottostazione in oggetto, risultano essere:

- circa 14 m dal centro sbarre AT
- circa 7 m dal centro sbarre MT.

Sulla base di tali indicazioni normative, sono state individuate le fasce di rispetto presso l'area della sottostazione, per il cui dettaglio si rimanda all'**Allegato B**.
Si noti che la fascia di rispetto derivante dalle linee MT, per la configurazione particolare della stazione elettrica, ricade per intero all'interno della fascia di rispetto derivante dalle sbarre AT, pertanto non verrà rappresentata graficamente.
In particolare, tutta la fascia di rispetto ricade o all'interno dell'area di pertinenza della sottostazione,

o all'interno della adiacente stazione elettrica (SSE Enel).

Un porzione minore della fascia di rispetto ricade invece sulla viabilità di accesso alla medesima SSEU, pertanto non interferente con le aree da sottoporre a tutela secondo il DPCM per il rispetto dell'obiettivo di qualità.

8. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DALLA CABINA DI SEZIONAMENTO

Relativamente alla cabina di sezionamento, ubicata nei pressi della S.P.39 e della Strada Comunale in contrada Lavatore, nel Comune di Partinico, si fa notare come tale cabina non sia da considerarsi come cabina di trasformazione, ma piuttosto assimilabile, per tipologia, ad una cabina di consegna alla tensione 30 kV..

Pertanto, secondo quanto indicato dalle linee guida dell'ente gestore (cf. doc. ENEL: Distanza di prima approssimazione (DPA) da linee e cabine elettriche - Linee Guida per l'applicazione del 5.1.3 dell'allegato al DM 29/05/08), la DPA (distanza di prima approssimazione) è da considerarsi come quella della linea MT entrante/uscente.

Le linee MT entranti/uscenti in questione sono quelle prese in esame nei capitoli precedenti, per le quali si è sono state calcolate le relative fasce di rispetto derivanti dalle DPA.

In particolare, considerato che nella cabina di sezionamento in esame risultano passanti le tre linee provenienti dal parco eolico di Camporeale, in assetto entra-esce, la tipologia di DPA da applicare a tale cabina è quella del precedente "Caso C – 3 terne di cavi".

Viene pertanto determinata una DPA intorno alla cabina pari a 2,1 m, da considerarsi sull'asse della sbarra MT.

Sulla base di tali indicazioni normative, sono state individuate le fasce di rispetto presso l'area della sottostazione, per il cui dettaglio si rimanda all'**Allegato C**.

9. CAMPO ELETTROMAGNETICO GENERATO DAGLI AEROGENERATORI

Le principali componenti dell'aerogeneratore che risultano essere fonte di campi elettromagnetici sono il generatore elettrico ed il trasformatore BT/MT.

Entrambe le sorgenti operano con correnti e tensioni di esercizio tali che i campi elettromagnetici prodotti risultano estinti nell'arco di pochi metri dalle sorgenti. Considerata inoltre la quota di installazione, superiore ad 115 m, ne consegue che al livello del suolo si possa considerare nullo l'effetto di tali sorgenti.

Inoltre, la struttura metallica dell'aerogeneratore, entro il quale tali apparecchiature sono collocate, funge da ulteriore schermatura per i campi elettrici, attenuandone ulteriormente l'intensità.

A maggior tutela, si ricorda che gli aerogeneratori sono posti, rispetto alle abitazioni e agli edifici civili in cui vi sia una permanenza prolungata, ad una distanza tale da poter considerare l'entità dei campi elettromagnetici generati assolutamente insignificante.

10. CONCLUSIONI

Nella presente relazione è stato condotto uno studio analitico volto a valutare l'impatto elettromagnetico delle opere da realizzare, e, sulla base delle risultanze, individuare eventuali fasce di rispetto da apporre al fine di garantire il raggiungimento degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici, secondo il vigente quadro normativo. Una volta individuate le possibili sorgenti dei campi elettromagnetici, per ciascuna di esse è stata condotta una valutazione di tipo analitico, volta a determinare la consistenza dei campi generati dalle sorgenti e l'eventuale distanza di prima approssimazione (DPA).
Di seguito i principali risultati:

- **Elettrodotti:**
  - nel caso di cavi elicordati (sezioni 120-240 mm^2) i campi elettromagnetici sono trascurabili, non è necessaria l'apposizione di alcuna fascia di rispetto;
  - nel caso di cavi unipolari posati a trifoglio (sezione 400-630 mm^2) i campi elettromagnetici risultano di modesta entità, di poco superiori agli obiettivi di qualità, ma comunque inferiori ai limiti imposti dalla normativa. Sono state individuate differenti casistiche, in funzione del numero di terne parallele posate all'interno della stessa sezione di scavo, e per ciascuna di esse è stata determinata la DPA corrispondente.

  In tutti i casi, l'entità delle DPA è tale da ricadere all'interno della carreggiata stradale lungo la quale giacciono i cavidotti, senza interferenze con luoghi da tutelare.
- **Sottostazione elettrica di utente:** i campi elettromagnetici risultano più intensi in prossimità delle apparecchiature AT, ma trascurabili all'esterno dell'area della sottostazione. È stata individuata la fascia di rispetto, ricadente per lo più nelle aree di pertinenza della SSEU e all'interno della limitrofa SSE Enel o della viabilità di accesso, senza interferenze con luoghi da tutelare.
- **Cabina di sezionamento:** i campi elettromagnetici risultano pari a quelli delle linee elettriche entranti. È stata individuata la fascia di rispetto, ricadente per lo più nell'ambito della cabina stessa, senza interferenze con luoghi da tutelare.
- **Aerogeneratori:** campi elettromagnetici trascurabili, non è necessaria l'apposizione di alcuna fascia di rispetto.

A conclusione del presente studio, è possibile affermare che per tutte le sorgenti di campi elettromagnetici individuate, le emissioni risultano essere al di sotto dei limiti imposti dalla vigente normativa.

11. ALLEGATO A: DPA ELETTRODOTTI

ID Fascia Campi Elettromagnetici	Tipologia cavi	Sezione cavi	N. terne in parallelo	fasce di rispetto (DPA)
DPA tipo A	ARP1H5(AR)EX cavo posa elicordata	120 mm2 - 240 mm2	Qualunque	0 m
	ARP1H5(AR)E Cavo posa a trifoglio	400-630 mm2	1	
DPA tipo B	ARP1H5(AR)E Cavo posa a trifoglio	400-630 mm2	2	1,3 m
DPA tipo C			3	2,1 m
DPA tipo D			4 (3 PE Camporeale + 1 PE Partinico-Monreale)	2,6 m
DPA tipo E			6 (3 PE Camporeale + 3 PE Partinico-Monreale)	3,5 m

REGIONE SICILIA
Provincia di Palermo
COMUNE DI CAMPOREALE

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

ERG Wind Sicilia 2

ERG EVOLVING ENERGIES

PROGETTISTA

Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy

ORDINE DEGLI INGEGNERI Ing. Mariano Galbo N. 724 PROV. TRAPANI

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO
ALLEGATO A
DPA ELETTRODOTTI

REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APROVATO
0	MAR 2019	PRIMA EMISSIONE	GG	VF	MG

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FORMATO	FOGLIO	CODICE COMMITTENTE IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.
	Marzo 2019	1:10.000	A1x3	57 di 61	CAM	ENG	REL	0028	00

NOME FILE: CAM-ENG-REL-0028_00 - Allegato A.DWG

ERG Wind Sicilia 2 S.r.l. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

ISO A1x3

12. ALLEGATO B: DPA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENTE

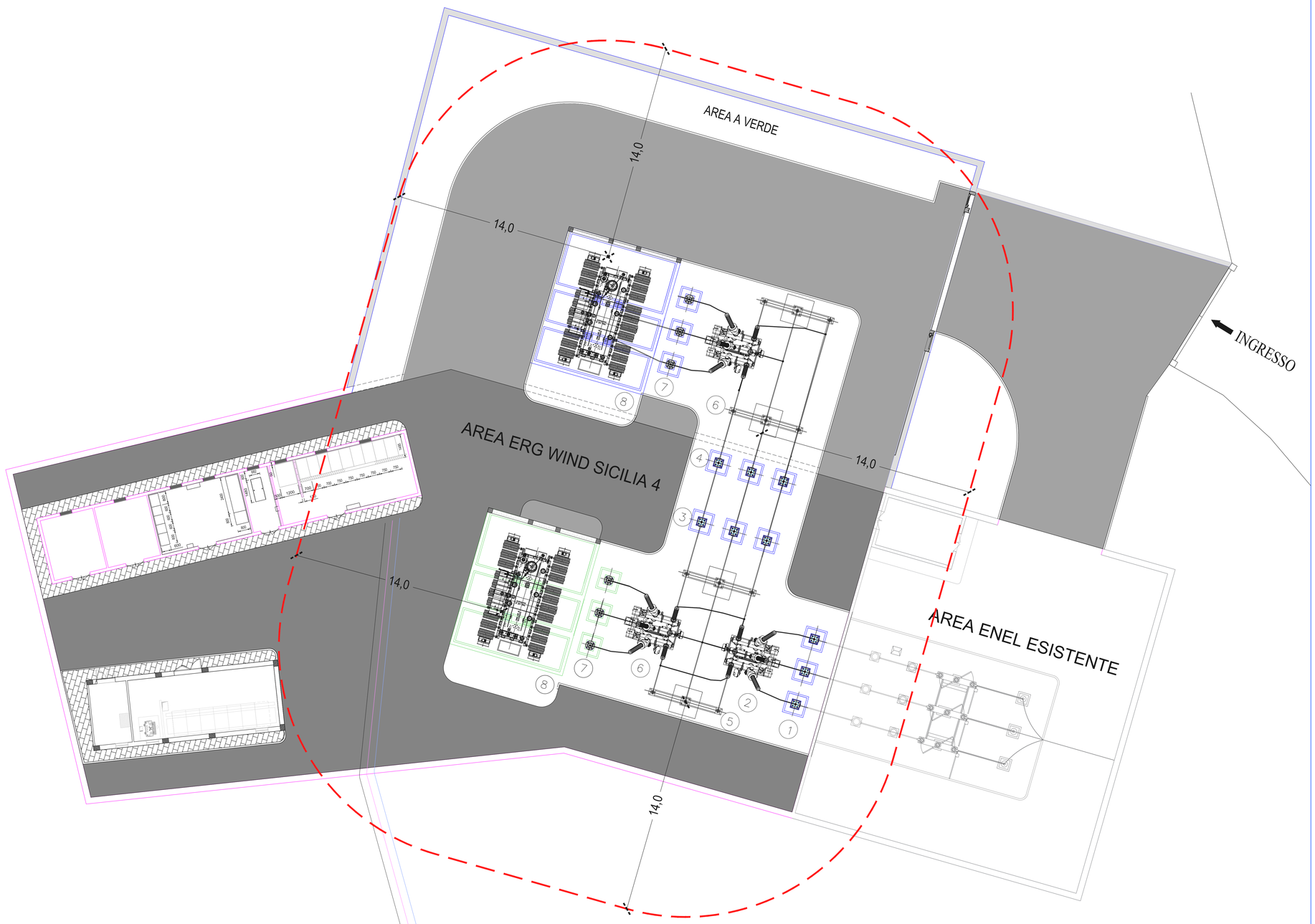
SOSTITUIRE CON ALLEGATO B

13. ALLEGATO C: DPA CABINA DI SEZIONAMENTO

SOSTITUIRE CON ALLEGATO C

12. ALLEGATO B: DPA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA DI UTENTE

PLANIMETRIA SCALA 1:100



LISTA APPARECCHIATURE SEZIONE AT	
DESCRIZIONE	POSIZIONE
ISOLATORI UNIPOLARI	1
MODULO PASS M0 (SEZIONATORE+INTERRUTTORE+TA)	2
TRASFORMATORE DI TENSIONE INDUTTIVO	3
TRASFORMATORE DI TENSIONE CAPACITIVO	4
ISOLATORI SBARRE PRINCIPALI	5
MODULO PASS M0 (SEZIONATORE+INTERRUTTORE+TA)	6
SCARICATORE	7
TRASFORMATORE DI POTENZA 150/30 KV	8

La apparecchiature dalla 1 alla 6 sono previsto nel progetto di potenziamento del parco di Partinico e Monreale di propieta di ERG Wind Sicilia 4

LEGENDA	
- - -	DELIMITAZIONE FASCIA DI RISPETTO CON B > 3 µT

REGIONE SICILIA
Provincia di Palermo
COMUNE DI CAMPOREALE

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

ERG Wind Sicilia 2

PROGETTISTA

Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO
ALLEGATO B
DPA SOTTOSTAZIONE ELETTRICA

REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
0	MAR 2019	PRIMA EMISSIONE	GG	VF	MG

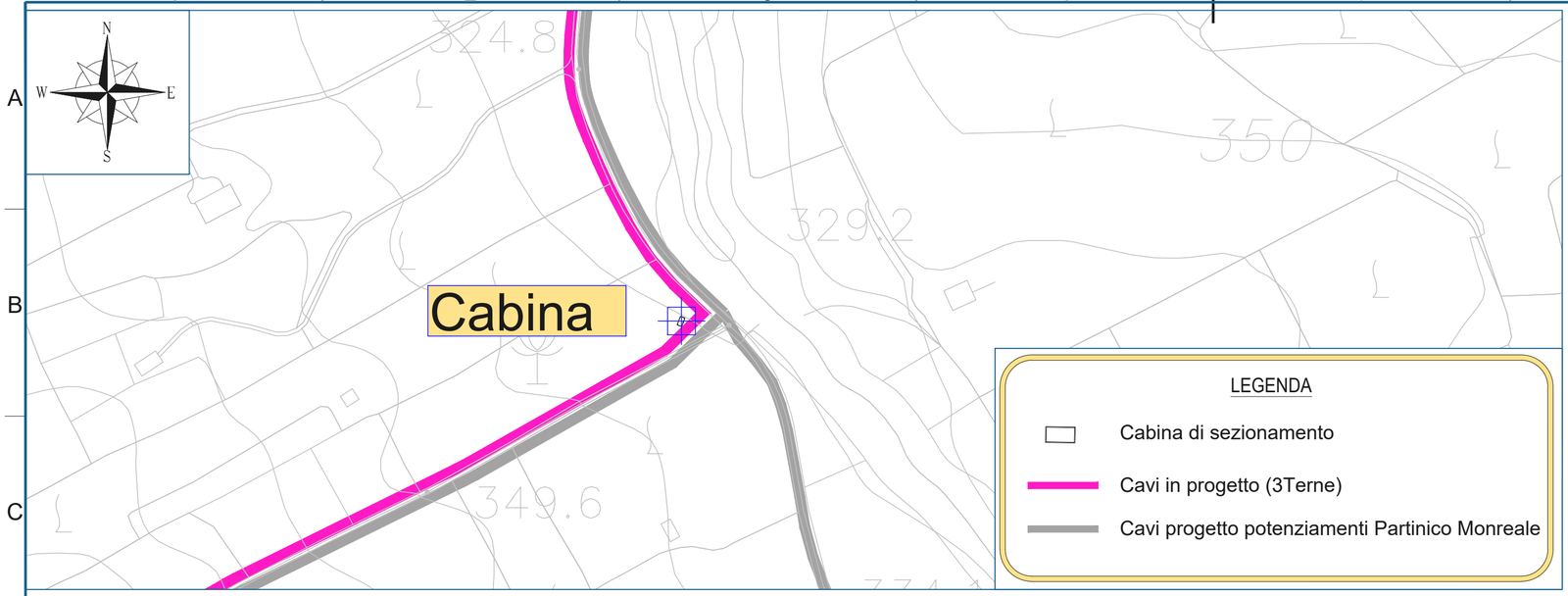
CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FORMATO	FOGLIO	CODICE COMMITTENTE				
					IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.
	Marzo 2019	1:100	A1	59 di 61	CAM	ENG	REL	0028	00

NOME FILE: CAM-ENG-REL-0028_00 - Allegato B.DWG

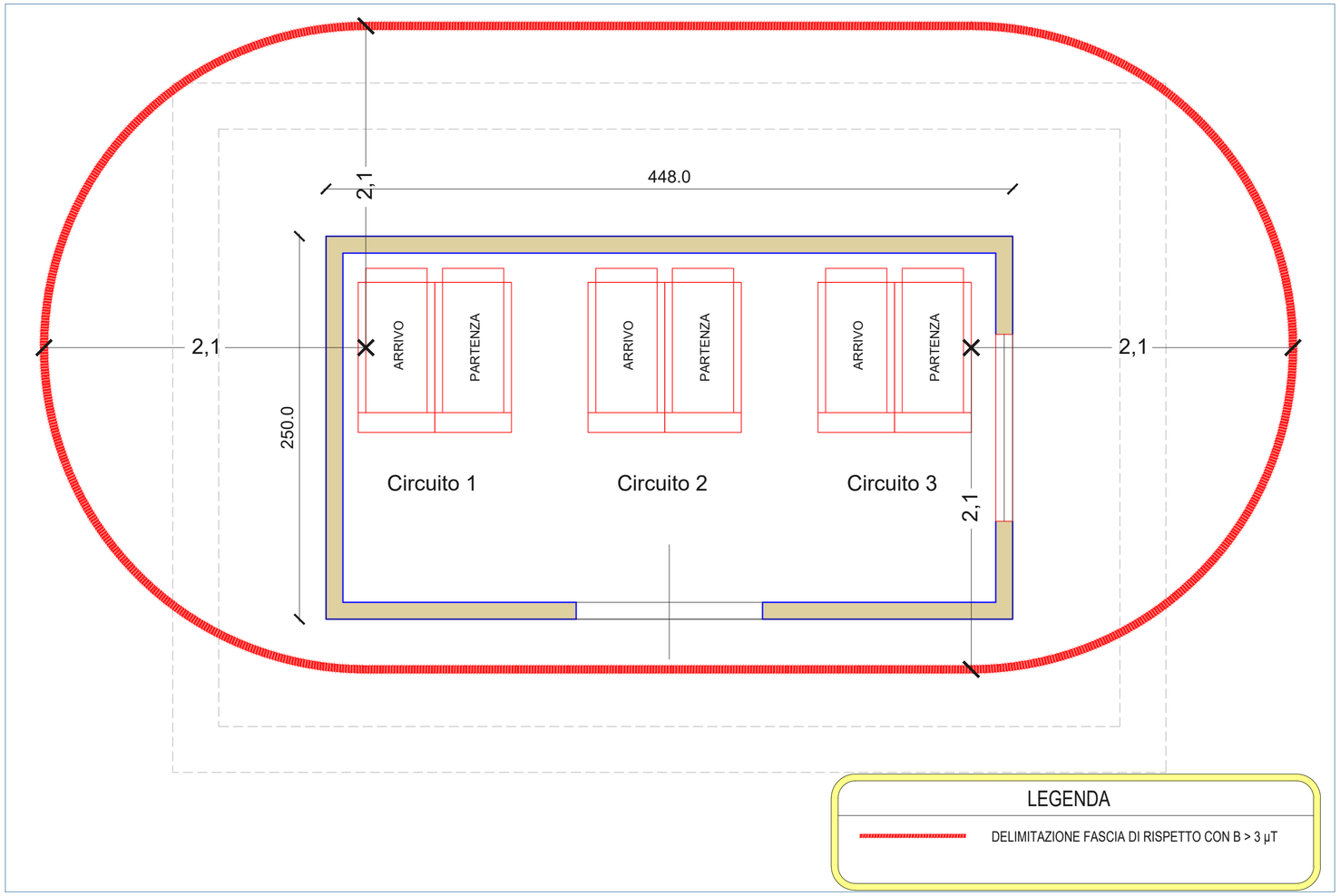
ERG Wind Sicilia 2 S.r.l. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

ISO A0

13. ALLEGATO C: DPA CABINA DI SEZIONAMENTO



Planimetria Cabina di sezionamento su CTR scala 1 :2.000



Individuazione DPA Cabina di sezionamento scala 1 :250

REGIONE SICILIA

Provincia di Palermo

COMUNE DI CAMPOREALE

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO CAMPOREALE

PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

ERG Wind Sicilia 2

ERG EVOLVING ENERGIES

PROGETTISTA

Hydro Engineering s.s.
di Damiano e Mariano Galbo
via Rossotti, 39
91011 Alcamo (TP) Italy

ORDINE DEGLI INGEGNERI PROV. TRAPANI — Ing. Mariano Galbo N. 724

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE IMPATTO ELETTROMAGNETICO
ALLEGATO C
DPA CABINA DI SEZIONAMENTO

REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APROVATO
0	MAR 2019	PRIMA EMISSIONE	GG	VF	MG

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FORMATO	FOGLIO	CODICE COMMITTENTE				
					IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.
	Marzo 2019	1:100	A1	61 di 61	CAM	ENG	REL	0028	00

NOME FILE: CAM-ENG-REL-0028_00 - Allegato C_REV1.DWG

ERG Wind Sicilia 2 S.r.l. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

ISO A2