

REGIONE SICILIA

Provincia di Catania

COMUNI DI MILITELLO VAL DI CATANIA MINEO VIZZINI

PROGETTO

POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO-MILITELLO- VIZZINI



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE



PROGETTISTA:



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



OGGETTO DELL'ELABORATO:

CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FOGLIO	FORMATO	CODICE DOCUMENTO				
					IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.
	20/02/2018	/	1/27	A4	MMV	ENG	REL	0021	00

NOME FILE: MMV-ENG-REL-0021_00.docx

ERG Wind Sicilia 2 S.r.l. e ERG Wind Sicilia 5 S.r.l. si riservano tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta. .

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	2
MMV	ENG	REL	0021	00		

Storia delle revisioni del documento

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	20/02/2018	Prima emissione	MG	GL	DG

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	3
MMV	ENG	REL	0021	00		

1.	PREMESSA	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	8
3.1.	DESCRIZIONE GENERALE	8
3.2.	LAYOUT IMPIANTO	8
3.3.	AEROGENERATORI	11
3.4.	SOTTOSTAZIONE	12
3.5.	POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI	14
3.6.	SCHEMA ELETTRICO	15
3.7.	LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO	17
4.	DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT	19
4.1.	CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE	19
4.2.	CALCOLO DELLE PORTATE	19
4.2.1.	DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO	20
4.2.1.	TEMPERATURA DEL TERRENO	20
4.2.2.	NUMERO DI TERNE PER SCAVO	21
4.2.3.	POSA DIRETTAMENTE INTERRATA	22
4.2.4.	PROFONDITÀ DI POSA	22
4.2.5.	RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO	23
4.2.6.	TABULATI DI CALCOLO	23
5.	ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE	25
5.1.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	25
5.2.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	26
5.3.	PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE	27

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	4
MMV	ENG	REL	0021	00		

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. 59 aerogeneratori, ciascuno di potenza nominale pari a 0,85 MW, per una potenza complessiva di 50,15 MW), ubicato nei Comuni di Militello in Val di Catania, Vizzini e Mineo, tutti in Provincia di Catania.

L'impianto esistente è attualmente in esercizio, giuste Concessioni edilizie rilasciate dai Comuni predetti.

Il progetto definitivo consiste nello smantellamento dei n°59 aerogeneratori esistenti e la realizzazione di un impianto eolico composto da n°29 aerogeneratori, ciascuno dei quali di potenza massima pari a 4,2 MW, per una potenza complessiva di 121,8 MW.

L'installazione del più moderno tipo di generatore comporterà la consistente riduzione del numero di torri eoliche, dalle 59 esistenti alle 29 proposte, riducendo l'impatto visivo, che talvolta può trasformarsi nel cosiddetto effetto selva.

Inoltre, l'incremento di efficienza delle turbine odierne rispetto a quelle in esercizio, porterà ad un ampliamento del tempo di generazione ed un aumento della produzione unitaria media.

La produzione di energia sarà incrementata sino a 3,8 volte quella attuale, e con la medesima proporzione avverrà l'abbattimento di produzione di CO2 equivalente.

Sulla base di quanto sopra e trattandosi di un progetto unitario la cui valutazione ambientale non può che essere svolta in maniera univoca e integrata, le Società ERG Wind Sicilia 5 Srl ed ERG Wind Sicilia 2 Srl sono le due Proponenti del progetto di integrale ricostruzione del parco esistente ed hanno pertanto presentato istanza a firma congiunta.

In particolare:

- la società ERG Wind Sicilia 2 è titolare gli aerogeneratori ricadenti nel territorio del Comune di Vizzini;
- la società ERG Wind Sicilia 5 è titolare gli aerogeneratori ricadenti nei territori dei Comuni di Mineo e Militello in Val di Catania.

La presente relazione tecnica specialistica ha per oggetto la descrizione e il dimensionamento preliminare degli impianti elettrici previsti nell'ambito delle opere in

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
MMV	ENG	REL	0021	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	5

progetto.

Nel seguito della relazione si darà in particolare descrizione ai generatori elettrici, alla sottostazione elettrica di collegamento alla rete di trasmissione nazionale, ed infine alle linee elettriche in MT di collegamento fra gli aerogeneratori e la sottostazione elettrica.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	6
MMV	ENG	REL	0021	00		

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

- D.Lgs. 387/2003
- D.Lgs. 28/2011
- Regio Decreto 11 dicembre 1933, n. 1775 "Testo unico delle disposizioni di legge sulle acque e impianti elettrici;
- D.P.R. 18 marzo 1965, n. 342 "Norme integrative della legge 6 dicembre 1962, n. 1643 e norme relative al coordinamento e all'esercizio delle attività elettriche esercitate da enti ed imprese diversi dall'Ente Nazionale per l'Energia Elettrica";
- Legge 28 giugno 1986, n. 339 "Nuove norme per la disciplina della costruzione e dell'esercizio di linee elettriche aeree esterne";
- Decreto legislativo 31 marzo 1998, n. 112 "Conferimento di funzioni e compiti amministrativi dello Stato alle regioni ed enti locali, in attuazione del capo I della legge 15 marzo 1997, n. 59";
- Norma CEI 20-13: Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia;
- Norma CEI 20-56: Cavi da distribuzione con isolamento estruso per tensioni nominali da 3,6/6 (7,2) kV a 20,8/36 (42) kV inclusi;
- Norma CEI 11-1: Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- Norma CEI EN 61936-1 (CEI 99-2) "Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a - Parte 1: Prescrizioni comuni";
- Norma CEI EN 50522 (CEI 99-3) "Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.";
- Norma CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;
- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	7
MMV	ENG	REL	0021	00		

- Norma CEI 11-3;V1: Impianti di produzione eolica;
- Norma CEI 11-35: Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- Norma CEI 17-1: Apparecchiature ad alta tensione – Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- Norma CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a c.a., (IIa Ediz., Fasc. 6317, 2001-12).
- Norma CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- Norma CEI 211-4/1996 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”;
- Norma CEI 211-6/2001 “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”
- DM 29/05/2008 “Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- Legge 22 febbraio 2001, n. 36 "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetiche.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	8
MMV	ENG	REL	0021	00		

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1. DESCRIZIONE GENERALE

La centrale eolica è composta 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.

Non sono previste cabine di macchina prefabbricate, 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°29 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima da 4,20 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di circa 120,00MW.

3.2. LAYOUT IMPIANTO

Gli aerogeneratori sono stati posizionati come descritto nel paragrafo 3.2 e come riportato negli elaborati di progetto; gli aerogeneratori sono contraddistinti dalle sigle

- R-ML01, R-ML02, R-ML03, R-ML04, R-ML05, R-ML06, R-ML07, R-ML08, R-ML09, R-ML10, ML 11 per gli undici aerogeneratori ricadenti nel Comune di Militello val di Catania;
- R-VZ12, R-VZ13, R-VZ14, R-VZ15, R-VZ16, R-VZ17, R-VZ18, R-VZ19, R-VZ20, R-VZ21, R-VZ22, R-VZ27, R-VZ28, R-VZ29, per i quindici aerogeneratori ricadenti nel Comune di Vizzini;

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
MMV	ENG	REL	0021	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	9

- R-MI23, R-MI24, R-MI25, R-MI26, per i quattro aerogeneratori ubicati nel Comune di Mineo.

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.

Di seguito il layout dell'impianto sovrapposto all'ortofoto.

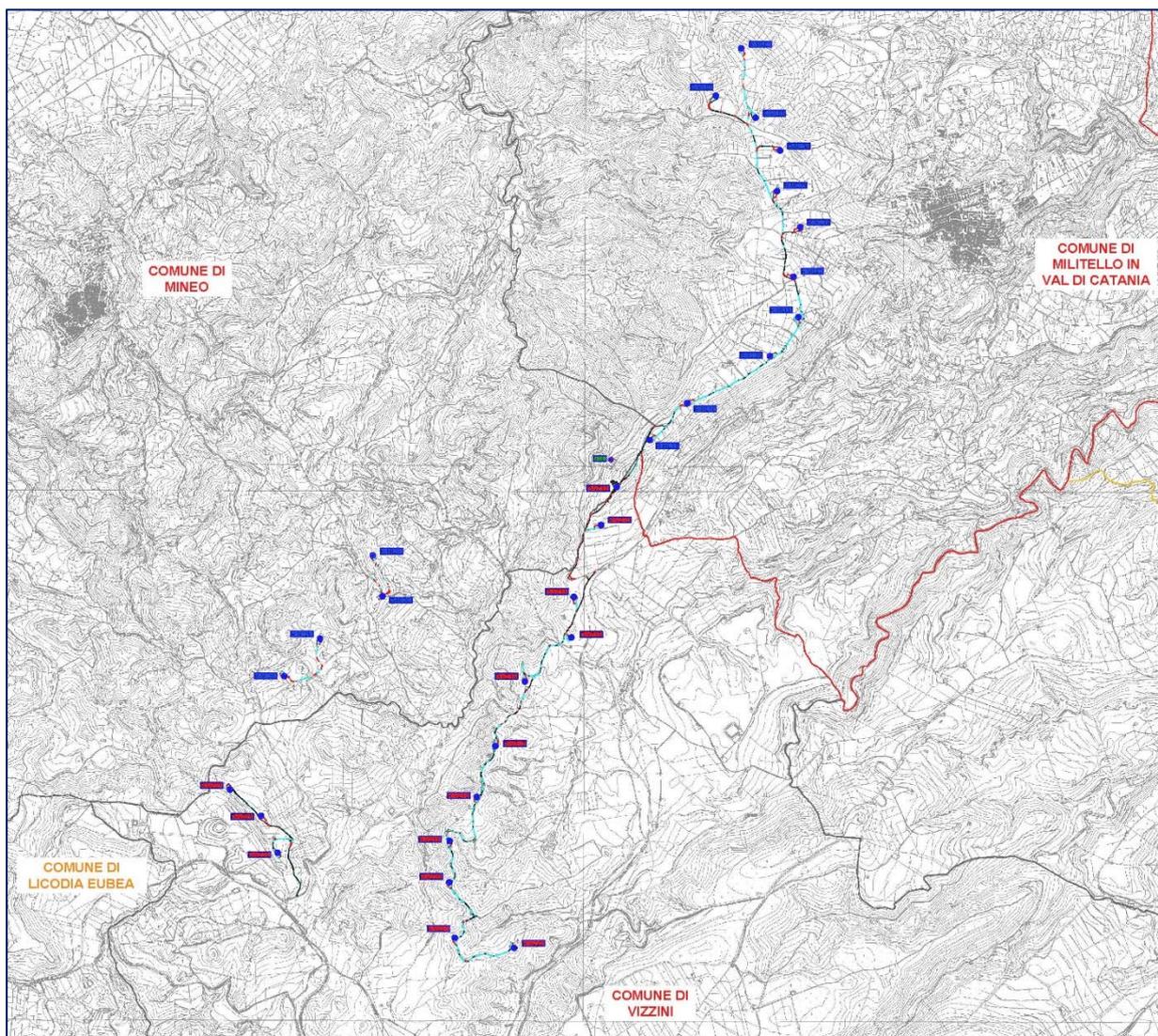


Fig. 3a Layout su CTR- in rosso turbine di Erg Wind Sicilia 2 in blu turbine di Erg Wind Sicilia 5

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	10
MMV	ENG	REL	0021	00		

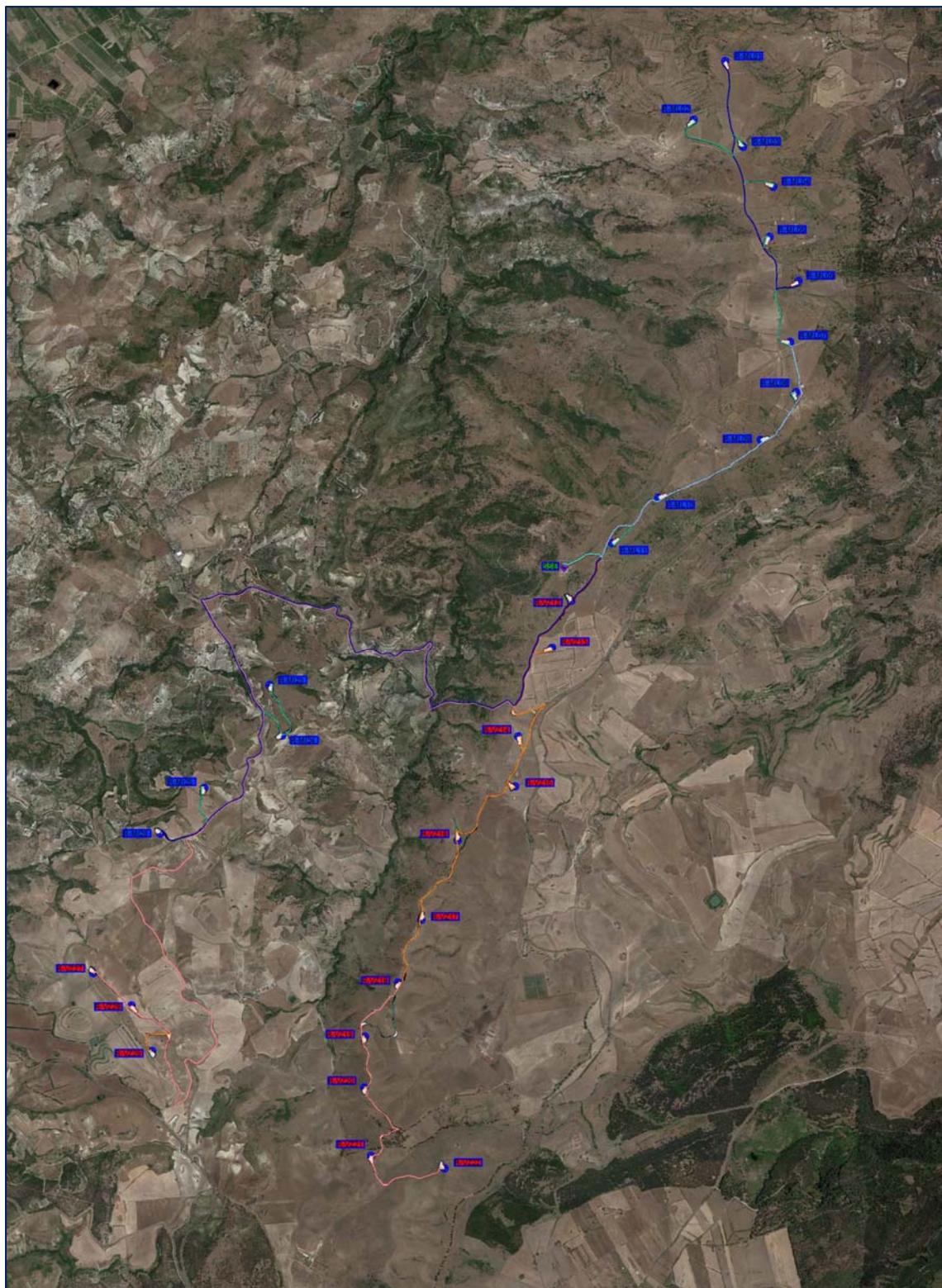


Fig. 3b Layout su ortofoto- in rosso turbine di Erg Wind Sicilia 2 in blu turbine Erg Wind Sicilia 5

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	11
MMV	ENG	REL	0021	00		

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 MMV-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 140 m, posto sopravvento 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 115,00 m.

I tronchi di torre sono realizzati da lastre in acciaio laminate, saldate per formare una struttura tubolare troncoconica.

Si tratta di aerogeneratori di ultima generazione, già impiegati 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.).

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	12
MMV	ENG	REL	0021	00		

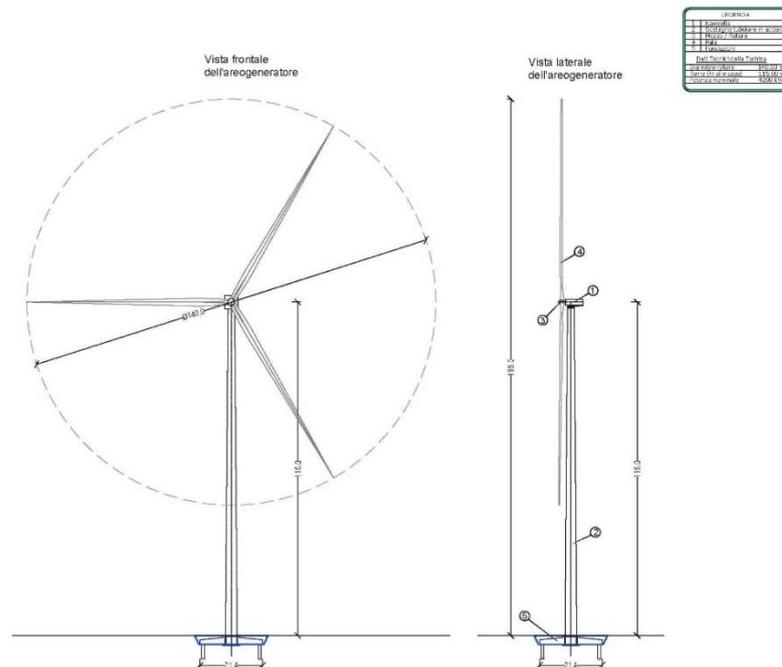


Fig.4 Schema tipo aerogeneratore

3.4. SOTTOSTAZIONE

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotto verso la Sottostazione Elettrica di Utente esistente, sita nel Comune di Mineo (CT), connessa alla rete di trasmissione nazionale.

Allo stato attuale, la sottostazione elettrica esistente riceve le linee provenienti dagli aerogeneratori a 21kV, presso l'edificio quadri MT, dove sono presenti gli scomparti di protezione, sezionamento e misura.

Successivamente, l'energia collettata viene innalzata al livello di tensione della rete RTN 150kV, tramite un trasformatore 150/21 kV della potenza di 40/50 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 TERNA, attraverso un sistema di sbarre aeree.

Considerato il differente livello di tensione della sezione MT, che passa dagli attuali 21 kV ai futuri 30 kV, nonché l'incremento della potenza complessiva proveniente dagli aerogeneratori, dagli attuali 50,15MW ai futuri circa 120,00 MW, si rende necessario un intervento di manutenzione straordinaria della SSEU esistente, per adeguarla alle nuove caratteristiche elettriche del parco

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	13
MMV	ENG	REL	0021	00		

eolico.

Saranno pertanto oggetto di dismissione le seguenti componenti:

- Quadri MT 21kV
- Trasformatore MT/BT 21/0,230 kV servizi ausiliari
- Banchi di rifasamento 20kV
- Trasformatore AT/MT 150/21 kV
- Apparecchiature AT (scaricatori, TA, TV, interruttori, sezionatori)
- Servizi ausiliari

Verrà mantenuto l'edificio esistente presso la sottostazione, presso il quale sono ubicati i quadri MT e i quadri ausiliari.

Nella sua nuova configurazione, la sottostazione elettrica di utente manterrà il collegamento alla limitrofa stazione Terna attraverso il sistema di sbarre aeree esistente.

La nuova sezione di impianto AT di utente sarà così composta:

- 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. 2 trasformatori AT/MT 150/30 kV della potenza di 63 MVA.

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

- n. 2 quadri MT generali (uno per ciascuna sezione di impianto), completi di:
 - o Scomparti di sezionamento linee di campo
 - o Scomparti misure
 - o Scomparti protezione generale
 - o Scomparti trafo ausiliari
 - o 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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	14
MMV	ENG	REL	0021	00		

- Sistema di monitoraggio e controllo

Coerentemente con la suddivisione del parco eolico in due distinte sezioni, di cui si dirà nel prossimo paragrafo, la configurazione elettrica della sottostazione sarà tale da garantire il funzionamento autonomo di ciascuna delle due sezioni di impianto. Ciascuna delle due sezioni A e B, facenti capo rispettivamente alle società proponenti ERG WIND SICILIA 5 ed ERG WIND SICILIA 2, sarà infatti dotata di una propria sezione MT, di un sistema di misura indipendente e di uno stallo AT dedicato.

Le due sezioni di impianto verranno ricongiunte nella sezione AT, sul sistema di sbarre prima dell'immissione dell'energia prodotta nel punto di connessione alla RTN.

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

3.5. POTENZA COMPLESSIVA E SOTTOCAMPI

Il parco eolico avrà una potenza complessiva di circa 120 MW, data dalla somma delle potenze elettriche di n. 29 aerogeneratori della potenza unitaria massima di 4,2 MW con diametro del rotore di circa 136 m.

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori sono raggruppati fra di loro a gruppi di 4/5, costituendo così n.6 distinti sottocampi, come di seguito meglio rappresentato.

Sottocampo	Aerogeneratori	Potenza	Comune	Società
1	R-ML01, R-ML02, R-ML03, R-ML04, R-ML05	21 MW	Militello Val di Catania	Erg Wind Sicilia 5
2	R-ML06, R-ML07, R-ML08, R-ML09, R-ML10	21 MW	Militello Val di Catania	
3	R-ML 11, R-MI23, R-MI24, R-MI25, R-MI26	21 MW	Militello Val di Catania Mineo	
4	R-VZ14, R-VZ15, R-VZ16, R-VZ17, R-VZ18	21 MW	Vizzini	Erg Wind Sicilia 2
5	R-VZ19, R-VZ20, R-VZ21, R-VZ22	16,8 MW	Vizzini	
6	R-VZ12, R-VZ13, R-VZ27, R-VZ28, R-VZ29	21 MW	Vizzini	

I sottocampi sono raggruppati in due distinti gruppi, costituendo a tutti gli effetti due sezioni di impianto indipendenti e autonome, in grado di funzionare l'una indipendentemente dall'altra.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	15
MMV	ENG	REL	0021	00		

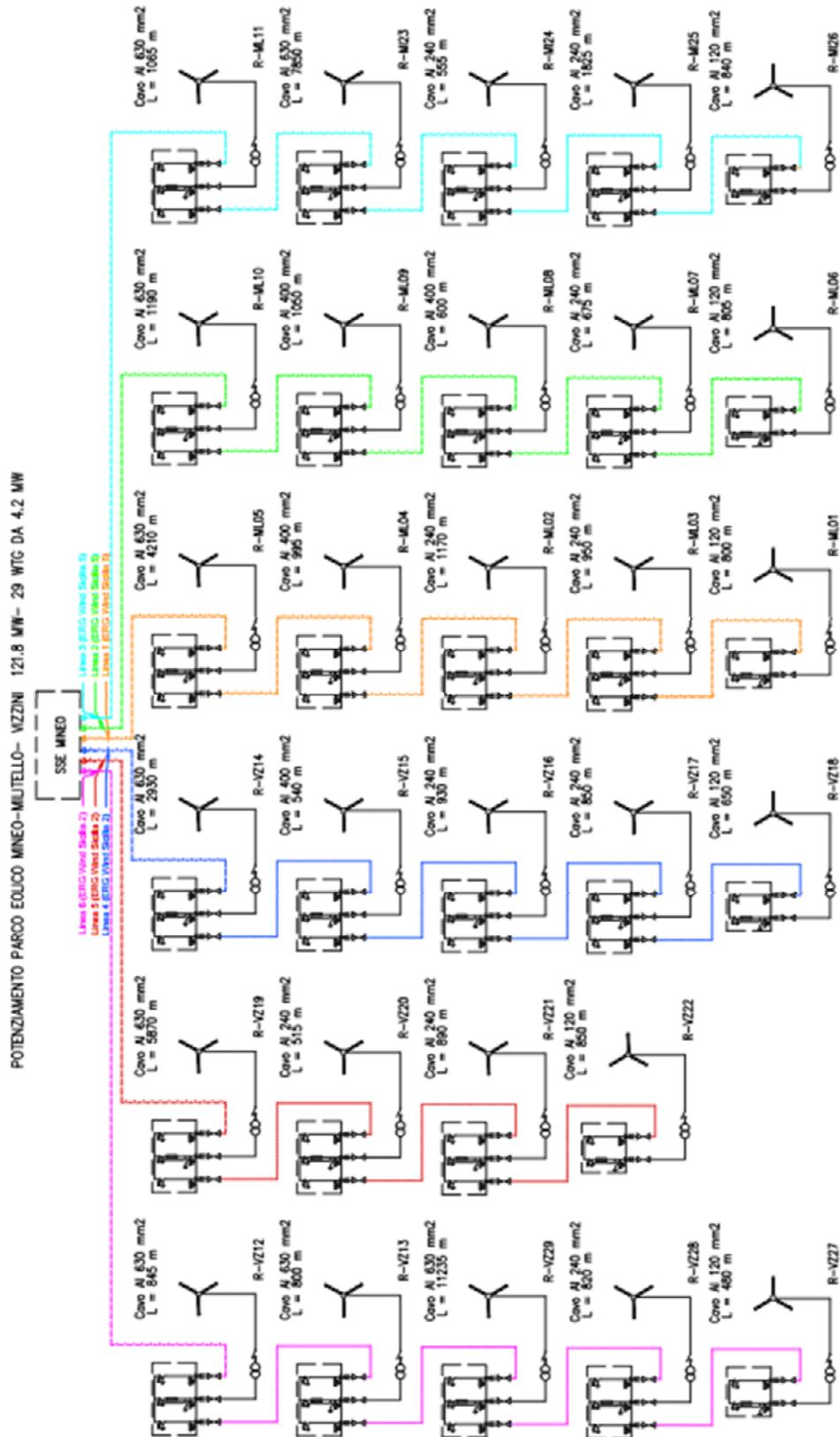
I sottocampi 1-2-3 costituiranno la sezione A dell'impianto, facente capo al proponente ERG WIND SICLIA 5, della potenza nominale complessiva di 63 MW.

I sottocampi 4-5-6 costituiranno la sezione B dell'impianto, facente capo al proponente ERG WIND SICLIA 2, della potenza nominale complessiva di 58,8 MW.

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 MMV-ENG-TAV-0086 e MMV-ENG-TAV-0091.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV		
MMV	ENG	REL	0021	00	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	16



CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	17
MMV	ENG	REL	0021	00		

3.7. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di distribuzione dell'energia dagli aerogeneratori verso la SSEU 30/150 kW è articolato su n.6 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sottocampo.

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 mm².

Analogamente, gli aerogeneratori di ciascun sottocampo sono collegati fra loro in entra-esce con una linea elettrica in cavo interrato MT 30 kV, di sezione crescente dal primo all'ultimo aerogeneratore.

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSE, saranno del tipo schermato, con conduttore in alluminio, con formazione a trifoglio elicordato, o equivalente.

Nella tabella che segue si riporta il dettaglio delle linee elettriche di collegamento.

	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
ERG WIND SICILIA 5	LINEA 1	R-ML01	R-ML03	3x1x120	800	4,2
		R-ML03	R-ML02	3x1x240	950	8,4
		R-ML02	R-ML04	3x1x240	1170	12,6
		R-ML04	R-ML05	3x1x400	995	16,8
		R-ML05	SSE	3x1x630	4210	21
	LINEA 2	R-ML06	R-ML07	3x1x120	805	4,2
		R-ML07	R-ML08	3x1x240	675	8,4
		R-ML08	R-ML09	3x1x400	600	12,6
		R-ML09	R-ML10	3x1x400	1050	16,8
		R-ML10	SSE	3x1x630	1190	21
	LINEA 3	R-MI26	R-MI25	3x1x120	840	4,2
		R-MI25	R-MI24	3x1x240	1825	8,4
		R-MI24	R-MI23	3x1x240	555	12,6
		R-MI23	R-ML11	3x1x630	7850	16,8
		R-ML11	SSE	3x1x630	1065	21

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	18
MMV	ENG	REL	0021	00		

ERG WIND SICILIA 2	LINEA 4	R-VZ18	R-VZ17	3x1x120	650	4,2
		R-VZ17	R-VZ16	3x1x240	850	8,4
		R-VZ16	R-VZ15	3x1x240	930	12,6
		R-VZ15	R-VZ14	3x1x400	540	16,8
		R-VZ14	SSE	3x1x630	2930	21
	LINEA 5	R-VZ22	R-VZ21	3x1x120	850	4,2
		R-VZ21	R-VZ20	3x1x240	890	8,4
		R-VZ20	R-VZ19	3x1x240	515	12,6
		R-VZ19	SSE	3x1x630	5870	16,8
	LINEA 6	R-VZ27	R-VZ28	3x1x120	480	4,2
		R-VZ28	R-VZ29	3x1x240	820	8,4
		R-VZ29	R-VZ13	3x1x630	11235	12,6
		R-VZ13	R-VZ12	3x1x630	800	16,8
		R-VZ12	SSE	3x1x630	840	21
	POTENZA COMPLESSIVA					121,800

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, 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 MMV-ENG-TAV-0071_00.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	19
MMV	ENG	REL	0021	00		

4. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizione, tratte dalla norma CEI 11-17):

- Caduta di tensione lungo la linea minore del 3%;
- Perdite di potenza minori del 5%.

Una volta determinata la sezione dei singoli cavi in funzione delle specifiche appena riportate, si procederà ad effettuare la verifica termica, attraverso il calcolo delle correnti di corto circuito previste e la verifica della tenuta termica dei cavi.

4.1. CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE

Per il calcolo delle cadute di tensione sui singoli cavi, si è tenuto conto dei parametri longitudinali dei cavi, della potenza attiva transitante e di quella reattiva, attraverso la formula:

$$\Delta V = \frac{(P * R + Q * X)}{V^2}$$

P: potenza transitante;

Q: potenza reattiva, calcolata considerando un fattore di potenza pari a 0,95;

R: resistenza di fase del cavo, pari alla resistenza unitaria per la lunghezza del cavo;

X: reattanza longitudinale di fase del cavo, pari alla reattanza unitaria per la lunghezza del cavo;

V: tensione di esercizio del cavo (20kV).

Per quanto riguarda le perdite di potenza per effetto Joule, si è fatto uso della formula:

$$P = 3 * R * I^2$$

R: resistenza longitudinale del cavo;

I: corrente transitante.

4.2. CALCOLO DELLE PORTATE

Per la determinazione della portata dei cavi sarà applicato il metodo descritto dalla tabella CEI-UNEL 35026 e dalla norma CEI 11-17.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	20
MMV	ENG	REL	0021	00		

A partire dalla portata nominale del cavo, si calcola la portata effettiva sulla base di un fattore correttivo:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

Dove

I_z = portata effettiva del cavo

I_0 = portata nominale dichiarata dal costruttore, per posa interrata a 20°C

$K1$ = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

$K2$ = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

$K3$ = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

$K4$ = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

4.2.1. *Dati tecnici del cavo utilizzato*

Tutti i cavi di cui si farà utilizzo, sia per il collegamento interno dei sottocampi che per la connessione alla SSE, saranno a norma IEC 60502-2

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 miscela in elastomero termoplastico HPTE, e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela estrusa. Il cavo presenta uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico è presente una guaina protettiva in polietilene DMP. La tensione nominale dei cavi è pari a 30kV.

La tabella che segue mostra i dati tecnici del cavo impiegato, con particolare attenzione ai parametri necessari al calcolo.

Sezione	Resistenza di fase [Ω / km]	Reattanza di fase [Ω / km]	Portata nominale [A]
120 mm ²	0,333	0,13	290
240 mm ²	0,165	0,11	428
400 mm ²	0,105	0,11	557
630 mm ²	0,074	0,099	725

4.2.1. *Temperatura del terreno*

Al fine di un corretto dimensionamento, occorre tenere conto della temperatura del terreno effettiva, diversa da quella STC di riferimento (20°).

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	21
MMV	ENG	REL	0021	00		

	Cavi con isolamento in EPR			
Temperatura ambiente	15°C	20°C	25°C	30°C
Coefficiente	1,04	1	0,96	0,93

È stata stimata una temperatura massima del terreno pari a 25°C alla profondità di posa dei cavi, per cui il fattore correttivo utilizzato sarà **K1 = 0,96**.

4.2.2. Numero di terne per scavo

Dagli elaborati grafici costituenti il presente progetto, è stato ricavato il numero di cavi di media tensione presenti nella stessa trincea. A scopo cautelativo, per ciascuna tratta di collegamento si è preso quale valore di riferimento quello pari al numero massimo di cavi presenti in parallelo lungo tutta la tratta, ottenendo così un margine di sovradimensionamento rispetto alle effettive condizioni di esercizio. La tabella che segue mostra per ciascuna tratta la consistenza dei parallelismi.

	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	N. max circuiti nella sezione di scavo
ERG WIND SICILIA 5	LINEA 1	R-ML01	R-ML03	3x1x120	2
		R-ML03	R-ML02	3x1x240	2
		R-ML02	R-ML04	3x1x240	2
		R-ML04	R-ML05	3x1x400	2
		R-ML05	SSE	3x1x630	6
	LINEA 2	R-ML06	R-ML07	3x1x120	2
		R-ML07	R-ML08	3x1x240	2
		R-ML08	R-ML09	3x1x400	2
		R-ML09	R-ML10	3x1x400	2
		R-ML10	SSE	3x1x630	6
	LINEA 3	R-MI26	R-MI25	3x1x120	2
		R-MI25	R-MI24	3x1x240	2
		R-MI24	R-MI23	3x1x240	2
		R-MI23	R-ML11	3x1x630	4
		R-ML11	SSE	3x1x630	6
ERG WIND SICILIA 2	LINEA 4	R-VZ18	R-VZ17	3x1x120	2
		R-VZ17	R-VZ16	3x1x240	2
		R-VZ16	R-VZ15	3x1x240	2
		R-VZ15	R-VZ14	3x1x400	2
		R-VZ14	SSE	3x1x630	6
		R-VZ22	R-VZ21	3x1x120	2
	LINEA 5				

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	22
MMV	ENG	REL	0021	00		

LINEA 6	R-VZ21	R-VZ20	3x1x240	2
	R-VZ20	R-VZ19	3x1x240	2
	R-VZ19	SSE	3x1x630	6
	R-VZ27	R-VZ28	3x1x120	2
	R-VZ28	R-VZ29	3x1x240	2
	R-VZ29	R-VZ13	3x1x630	2
	R-VZ13	R-VZ12	3x1x630	4
	R-VZ12	SSE	3x1x630	6

Per ciascuna tratta, sulla base del numero di circuiti installati sullo stesso piano, sono stati applicati i seguenti fattori correttivi **K2**

	Distanza fra i circuiti 0,25m		
N. circuiti	2	4	6
Coefficiente	0,90	0,80	0,80

4.2.3. Posa direttamente interrata

Considerata la tipologia di posa, ossia direttamente interrata, non occorre applicare alcun fattore correttivo alla portata.

Si considerano infatti trascurabili le brevi tratte di posa in tubazione interrata relative a particolari attraversamenti, il cui effetto risulta di modesta entità.

A maggior salvaguardia, in corrispondenza di tali attraversamenti, la distanza fra le tubazioni interrate verrà aumentata sino a 0,5 m, così da potersi considerare validi gli stessi coefficienti di cui al paragrafo precedente, come previsto dalla norma CEI 11-17 allegato B tab. III.

4.2.4. Profondità di posa

In generale, per tutte le linee elettriche, si prevede la posa direttamente interrata dei cavi, senza ulteriori protezioni meccaniche, 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

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	23
MMV	ENG	REL	0021	00		

protezione delle linee non inferiore a quanto garantito dalle normali condizioni di posa.

Si farà pertanto uso di un fattore correttivo come riportato nella tabella che segue.

	Cavi con isolamento in EPR			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,2	1,1 (interpolazione)
Coefficiente	1,00	0,98	0,96	0,97

Considerando il valore di posa di 1,10 m, si è ricavato per interpolazione il valore del coefficiente correttivo, che risulta **K3 = 0,97**.

4.2.5. Resistività termica del terreno

In generale, per tutte le linee elettriche, si considera la posa in terreno asciutto (condizione più gravosa) con una resistività termica del terreno pari a 1,5 K*m/W.

Pertanto non si applica alcun fattore correttivo e si utilizzerà **K4 = 1**.

4.2.6. Tabulati di calcolo

Le tabelle che seguono riportano il dimensionamento delle linee elettriche in cavo interrato MT. I valori di portata indicati per i cavi tengono conto dei fattori correttivi introdotti nei paragrafi precedenti.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO		PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI		24
MMV	ENG	REL	0021	00			

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]	Dimensione mento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVAR]	AV % cumulato	Potenza persa [kW]	Ap %
ERG WIND SICILIA 5	R-MI01	R-MI03	3x1x120	800	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,2664	0,104	1,380	0,14%	5,799	0,14%
	R-MI03	R-MI02	3x1x240	950	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,1568	0,105	2,761	0,18%	13,649	0,16%
	R-MI02	R-MI04	3x1x240	1170	12,6	255,55	428	2	0,838	358,70	71%	0,1931	0,129	4,141	0,33%	37,822	0,30%
	R-MI04	R-MI05	3x1x400	995	16,8	340,74	557	2	0,838	466,81	73%	0,1045	0,109	5,522	0,26%	36,389	0,22%
	R-MI05	SSE	3x1x630	4210	21	425,92	725	6	0,745	540,10	79%	0,3111	0,417	6,902	1,05%	169,319	0,81%
	R-MI06	R-MI07	3x1x120	805	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,2681	0,105	1,380	0,14%	5,835	0,14%
	R-MI07	R-MI08	3x1x240	675	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,1114	0,074	2,761	0,13%	9,698	0,12%
	R-MI08	R-MI09	3x1x400	600	12,6	255,55	557	2	0,838	466,81	55%	0,0630	0,066	4,141	0,12%	12,343	0,10%
	R-MI09	R-MI10	3x1x400	1050	16,8	340,74	557	2	0,838	466,81	73%	0,1103	0,116	5,522	0,28%	38,400	0,23%
	R-MI10	SSE	3x1x630	1190	21	425,92	725	6	0,745	540,10	79%	0,0879	0,118	6,902	0,30%	47,860	0,23%
ERG WIND SICILIA 2	R-MI26	R-MI25	3x1x120	840	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,2797	0,109	1,380	0,15%	6,089	0,14%
	R-MI25	R-MI24	3x1x240	1825	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,3011	0,201	2,761	0,34%	26,221	0,31%
	R-MI24	R-MI23	3x1x240	555	12,6	255,55	428	2	0,838	358,70	71%	0,0916	0,061	4,141	0,16%	17,941	0,14%
	R-MI23	R-MI11	3x1x630	7850	16,8	340,74	725	4	0,745	540,10	63%	0,5801	0,777	5,522	1,56%	202,056	1,20%
	R-MI11	SSE	3x1x630	1065	21	425,92	725	6	0,745	540,10	79%	0,0787	0,105	6,902	0,26%	42,832	0,20%
	R-MI18	R-MI17	3x1x120	650	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,2165	0,085	1,380	0,11%	4,712	0,11%
	R-MI17	R-MI16	3x1x240	850	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,1403	0,094	2,761	0,16%	12,212	0,15%
	R-MI16	R-MI15	3x1x240	930	12,6	255,55	428	2	0,838	358,70	71%	0,1535	0,102	4,141	0,26%	30,064	0,24%
	R-MI15	R-MI14	3x1x400	540	16,8	340,74	557	2	0,838	466,81	73%	0,0567	0,059	5,522	0,14%	19,749	0,12%
	R-MI14	SSE	3x1x630	2990	21	425,92	725	6	0,745	540,10	79%	0,2165	0,290	6,902	0,73%	117,839	0,56%
ERG WIND SICILIA 2	R-MI22	R-MI21	3x1x120	850	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,2831	0,111	1,380	0,15%	6,162	0,15%
	R-MI21	R-MI20	3x1x240	890	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,1469	0,098	2,761	0,17%	12,787	0,15%
	R-MI20	R-MI19	3x1x240	515	12,6	255,55	428	2	0,838	358,70	71%	0,0850	0,057	4,141	0,15%	16,648	0,13%
	R-MI19	SSE	3x1x630	5870	16,8	340,74	725	6	0,745	540,10	63%	0,4838	0,581	5,522	1,17%	151,092	0,90%
	R-MI27	R-MI28	3x1x120	480	4,2	85,18	290	2	0,838	243,04	35%	0,1598	0,062	1,380	0,08%	3,480	0,08%
	R-MI28	R-MI29	3x1x240	820	8,4	170,37	428	2	0,838	358,70	47%	0,1353	0,090	2,761	0,15%	11,781	0,14%
ERG WIND SICILIA 2	R-MI29	R-MI23	3x1x630	11235	12,6	255,55	725	2	0,838	607,61	42%	0,8803	1,112	4,141	1,67%	162,666	1,29%
	R-MI23	R-MI22	3x1x630	800	16,8	340,74	725	4	0,745	540,10	63%	0,0591	0,079	5,522	0,16%	20,592	0,12%
	R-MI22	SSE	3x1x630	840	21	425,92	725	6	0,745	540,10	79%	0,0621	0,083	6,902	0,21%	33,783	0,16%
POTENZA COMPLESSIVA																121,800	

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	25
MMV	ENG	REL	0021	00		

5. ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE

Per elettrocuzione si intende la condizione di contatto tra corpo umano ed elementi in tensione con attraversamento del corpo da parte della corrente. Condizione necessaria perché avvenga un infortunio per elettrocuzione è quella in cui si crei una differenza di potenziale tra due punti della superficie corporea. Tale situazione potrebbe verificarsi nel caso di un contatto del corpo non isolato elettricamente da terra con un conduttore in tensione.

La gravità delle conseguenze dell'elettrocuzione dipende dall'intensità della corrente che attraversa l'organismo, dalla durata di tale evento, dagli organi coinvolti nel percorso e dalle condizioni del soggetto.

Per ciascuna delle sorgenti di cui ai capitoli precedenti, nonché per tutte le componenti in tensione del parco, è stato valutato il rischio di elettrocuzione nel caso si venga a contatto con parti in tensione.

In particolare sono stati presi in esame i seguenti rischi:

- Contatti elettrici diretti;
- Contatti elettrici indiretti;
- Fulminazione diretta;

5.1. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Gli impianti verranno costruiti in maniera tale da evitare qualunque contatto non intenzionale con le parti attive del sistema o il raggiungimento di zone pericolose nelle immediate vicinanze delle parti attive.

Per quanto riguarda le parti di impianto relative agli aerogeneratori e alla stazione di trasformazione, la norma CEI 11-1 le classifica come aree elettriche chiuse, per cui verranno applicate le misure di protezione previste al punto 7.1.3.2 della norma, ossia involucri, barriere, ostacoli e distanziamento, con le misure prescritte dalla norma.

Per quanto riguarda invece gli elettrodotti interrati, la norma li classifica come esterni ad aree elettriche chiuse, per cui verranno applicate le misure di protezione previste al punto 7.1.3.1

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	26
MMV	ENG	REL	0021	00		

della norma, ossia involucri e distanziamento; si farà nello specifico uso di cavi con guaina e schermo di isolamento e si farà ricorso alla metodologia di posa tipo M indicata dalla norma CEI 11-17.

La protezione contro i contatti diretti è assicurata inoltre dall'utilizzo dei seguenti accorgimenti:

- utilizzo di componenti dotati di marchio CE (Direttiva CEE 73/23);
- utilizzo di componenti aventi un idoneo grado di protezione alla penetrazione di solidi e liquidi;
- collegamenti effettuati utilizzando cavo rivestito con guaina esterna protettiva, idoneo per la tensione nominale utilizzata e alloggiato in condotto portacavi idoneo allo scopo.

In ogni caso verranno rispettate le prescrizioni riportate nella Norma CEI 64-8 Parte 4 "Prescrizioni per la sicurezza" e della Norma CEI 11-1 parte 7 "Misure di Sicurezza".

5.2. MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Per garantire la protezione dai contatti indiretti, l'intero impianto eolico nel suo complesso è dotato di un impianto di terra, dimensionato per garantire il rispetto dei parametri indicati dalla normativa.

Presso ciascun aerogeneratore verrà realizzato un proprio impianto di terra, a mezzo di anelli concentrici in alluminio interrati e connessi con le fondazioni dell'aerogeneratore, collegati alle sbarre di terra, presso le quali vengono connesse tutte le parti metalliche presenti all'interno dell'aerogeneratore.

Per quanto riguarda l'elettrodotto interrato, verrà posato nel fondo dello scavo una treccia di rame della sezione di 90 mm², tale da connettere tra loro tutte le maglie di terra intorno agli aerogeneratori, formando un unico impianto di terra. A tale treccia verranno collegati tutti gli schermi dei cavi presso i giunti.

Infine, presso la sottostazione di trasformazione, verrà realizzato un impianto di terra al quale verranno connesse tutte le parti metalliche non in tensione, così pure il centro stella del trasformatore.

CODICE COMMITTENTE					OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV	POTENZIAMENTO PARCO EOLICO MINEO – MILITELLO - VIZZINI CALCOLO PRELIMINARE DEGLI IMPIANTI	27
MMV	ENG	REL	0021	00		

Per maggiori informazioni circa gli impianti di terra si rimanda alle relative relazioni tecniche. Verranno inoltre installati dispositivi di protezione tali da garantire l'intervento automatico in caso di guasto.

La protezione contro i contatti indiretti è quindi assicurata dai seguenti accorgimenti:

- collegamento al conduttore di protezione PE di tutte le masse, ivi compresi i centri stella dei trasformatori MT/BT installati presso gli aerogeneratori, ad eccezione degli involucri metallici delle apparecchiature di Classe II;
- i dispositivi di protezione intervengono in caso di primo guasto verso terra con un ritardo massimo di 0,4 secondi, oppure entro 5 secondi con la tensione sulle masse in quel periodo non superiore a 50 V.

In ogni caso verranno rispettate le prescrizioni riportate nella Norma CEI 64-8 Parte 4 "Prescrizioni per la sicurezza" e della Norma CEI 11-1 parte 7 "Misure di Sicurezza).

5.3. PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE

Gli aerogeneratori implementano già al loro interno un sistema di protezione contro le fulminazioni, costituito da un sistema di captazione, realizzato con un anello di alluminio disposto sulle pale, da una linea di drenaggio e da una rete di terra realizzata intorno alla fondazione dell'aerogeneratore.