

REGIONE
SICILIANA



Comune
di Ragusa



Comune
di Modica



Comune
di Pozzallo



Comune
di Chiaramonte
Gulfi



Il Committente:

NP Pozzallo Wind

NP POZZALLO WIND S.R.L
Via San Marco 21 - 20121 Milano (MI)
C.F./ Part. IVA 12502530962
Pec: npozallowind@legalmail.it

Il Progettista:

Agon engineering   Entrope srl  Seahorse Wind



dott. ing. VITTORIO RANDAZZO
dott. ing. VINCENZO DI MARCO
dott. ENRICO FORCUCCI

Titolo del progetto:

PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"

Documento:

PROCEDURA DI SCOPING

N. Documento:

REL 08

ID PROGETTO:

TIPOLOGIA:

FORMATO: **A4**

TITOLO:

RELAZIONE ELETTRICA

FOGLIO:

SCALA:

NA:

Rev:	Data	Descrizione Revisione	Redatto	Controllato	Approvato
0			L.R./L.C.	V.D.	V.R.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  	
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1

INDICE

LISTA DELLE FIGURE	4
LISTA DELLE TABELLE	5
1. PREMESSA	6
2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO	7
2.1 PANORAMICA DEL PROGETTO	10
2.2 DATI AMBIENTALI	11
3. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE	11
3.1 AEROGENERATORI	12
3.1.1 COMPONENTI ELETTRICI E TECNOLOGICI A SERVIZIO DEGLI AEROGENERATORI	14
3.1.2 POSIZIONAMENTO DELLE TURBINE	15
3.2 SOTTOSTAZIONI <i>OFFSHORE</i> DI TRASFORMAZIONE (<i>FOSS</i>)	19
3.3 CAVI ELETTRICI DI COLLEGAMENTO	23
3.3.1 CALCOLO PRELIMINARE DELLE CORRENTI	28
3.4 CARATTERISTICHE DEL CAVO DINAMICO MARINO A 66 KV	29
3.5 CARATTERISTICHE DEL CAVO MARINO A 220 KV	30
3.6 CARATTERISTICHE DEL CAVO TERRESTRE A 220 KV	34
3.7 APPROCCIO ALLA COSTA	35
3.8 PUNTO DI GIUNZIONE TERRESTRE	35
3.8.1 STAZIONE DI SEZIONAMENTO	36

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>				
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 3</p>

4. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA ONSHORE DI CONSEGNA E MISURA IN ALTA TENSIONE	38
5. IMPIANTO DI STORAGE DI POTENZA COMPLESSIVA PARI A 200 MW	41
6. COMPENSAZIONE DELLA POTENZA REATTIVA	48
7. CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DAI CAVI	48

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"				
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 4

LISTA DELLE FIGURE

Figura 1 - Inquadramento area di impianto	6
Figura 2 - Schema logico del parco, viene rappresentata una singola FOSS	8
Figura 3 - Schema elettrico di collegamento del sottoparco (in magenta le tre sottostazioni FOSS)	9
Figura 4 - Turbina Vestas 236-14/15 MW	13
Figura 5 - Sottostazione elettrica offshore galleggiante	21
Figura 6 - Schema di sezione della FOSS	22
Figura 7 - Cavo sottomarino 66 kV con conduttori di rame	30
Figura 8 - Esempio di nave posa cavo	32
Figura 9 - Schema approdo cavi e fossa giunti	34
Figura 10 - Giunzione mare terra	36
Figura 11 - Stazione di sezionamento	37
Figura 12 - Configurazione cavi terrestri 220 kV	38
Figura 13 - Stazione TERNA prevista per la connessione alla rete elettrica ubicata in località di Chiaramonte Gulfi	39
Figura 14 - Inquadramento area Stazione di consegna onshore (in verde) e Stazione Terna (in magenta)	40
Figura 15 - Architettura Sunny Central Storage Up	42
Figura 16 - Architettura generale del sistema DC link 2.8	45
Figura 17 - Dati tecnici del sistema DC link 2.8	46
Figura 18 - Dati tecnici del sistema MVPS 2500 -20	47

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 5</p>

LISTA DELLE TABELLE

Tabella 1 - Dati generali aerogeneratore Vestas	14
Tabella 2 - Posizionamento dei singoli aerogeneratori	19
Tabella 3 - DPA medie statistiche sviluppate da ARPA FVG	50
Tabella 4 - Estratto della Gazzetta Ufficiale, n. 156 del 5 luglio 2008 - Serie generale - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrorodotti	51

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 6</p>	

1. PREMESSA

Il presente elaborato descrive la progettazione elettrica preliminare di un impianto di produzione elettrica da fonte eolica di tipo *offshore floating* da realizzare nel Canale di Malta, presso le coste siciliane sud-orientali e precisamente tra l'isola delle Correnti e l'isola di Malta, avente una potenza nominale complessiva di 800 MW.

L'area di impianto sarà ubicata al di fuori delle acque territoriali italiane, a circa 41 km dalla costa siciliana, corrispondenti a circa 22 miglia nautiche. L'impianto, comprensivo di un impianto storage di potenza pari a 200 MW sito nel comune di Chiaramonte Gulfi (RG), erogherà energia elettrica al sistema elettrico della Sicilia mediante connessione alla rete elettrica nazionale presso la Stazione Terna Chiaramonte Gulfi a 220 kV gestita da Terna S.p.A.

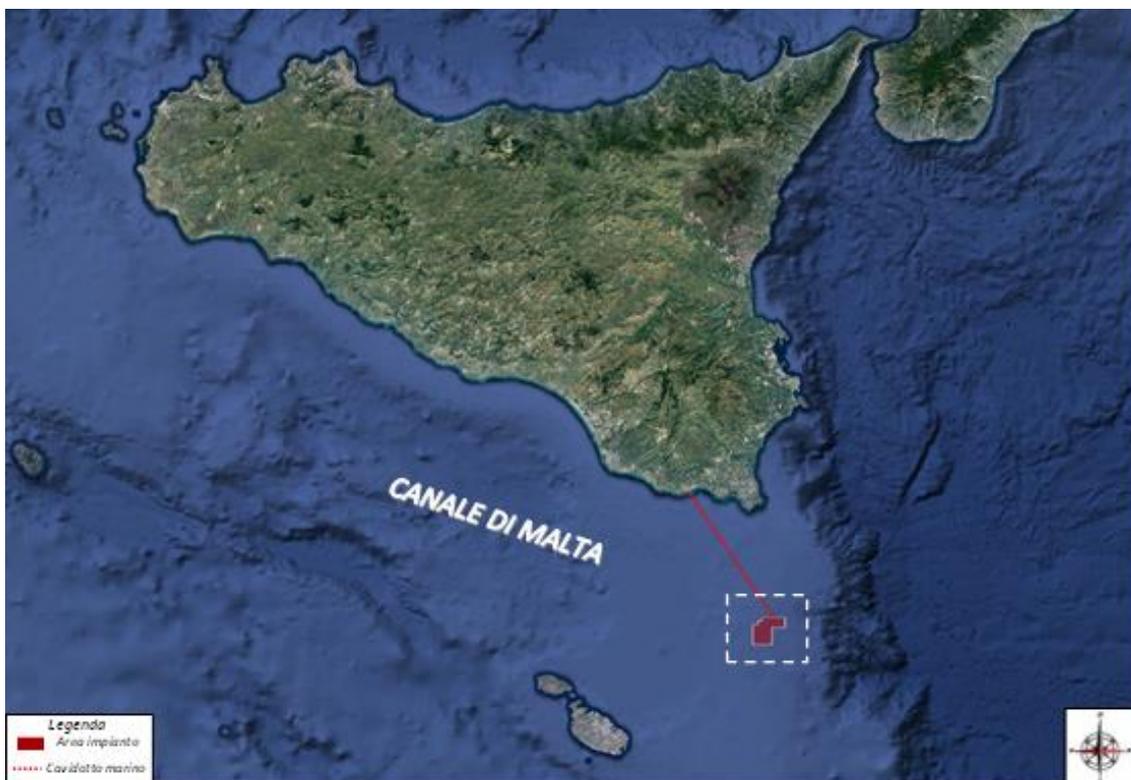


Figura 1 - Inquadramento area di impianto

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 7</p>

2. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il parco eolico *offshore* in progetto prevede, per la parte *offshore*, l'installazione di 54 aerogeneratori su fondazione galleggiante (*FOWT, Floating Offshore Wind Turbine*), di cui 44 aerogeneratori di potenza unitaria di 15 MW e 10 aerogeneratori di potenza unitaria di 14 MW nel Canale di Malta. L'energia elettrica prodotta in bassa tensione da ciascuna turbina eolica verrà elevata alla tensione di 66 kV dal trasformatore presente all'interno della navicella. L'interconnessione tra le turbine sarà effettuata mediante cavo elettrico dinamico sottomarino a 66 kV, i cui nodi sono posizionati internamente alle torri eoliche. Dal punto di vista elettrico l'impianto eolico sarà suddiviso in tre sottocampi in cui le torri sono tra loro interconnesse con cavi a 66 kV; i tre sottocampi saranno connessi elettricamente alle tre sottostazioni elettriche *offshore (Floating Offshore Sub-Station-FOSS)*, anch'esse su fondazione galleggiante, per l'innalzamento del livello di tensione da 66 a 220 kV. Dalle *FOSS*, Infine, si dipartiranno i cavi marini per il trasporto dell'energia a 220 kV fino al punto di giunzione a terra tra l'elettrodotto marino e il cavo terrestre. Le *FOSS* saranno collegate alla terra ferma con cavo sottomarino di collegamento, isolato per una tensione nominale di 220kV, della lunghezza pari a circa 64 km fino ad approdare sulle coste siciliane.

Dal punto di giunzione mare-terra si dipartirà il cavidotto terrestre in corrente alternata AT 220 kV, per una lunghezza di circa km 58, fino al punto di connessione alla rete elettrica (Stallo AT – Stazione Terna). È prevista inoltre la realizzazione di un sistema di accumulo di potenza complessiva pari a 200 MW da immettere in rete in caso di fabbisogno energetico. La sottostazione elettrica di consegna e misura, posizionata in adiacenza alla Stazione Terna "Chiaromonte Gulfi" a 220 kV, ospiterà gli stalli di arrivo dell'impianto, una stazione di parallelo con n°4 arrivi (n°3 dal parco eolico *offshore* e n°1 arrivo dall'impianto di accumulo), n° 2 partenze che dalla stazione di parallelo porterà agli stalli a disposizione nella SE Terna, dispositivi di compensazione della potenza reattiva nonché locali e chioschi per la gestione della sottostazione e delle relative opere elettriche.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 8

Il funzionamento del parco eolico sarà gestito mediante sistema SCADA ed il controllo a distanza permetterà di gestire le turbine secondo le esigenze della Rete Elettrica Nazionale. A seguire si illustrano lo schema logico (Figura 2) e di collegamento (Figura 3) elettrico.

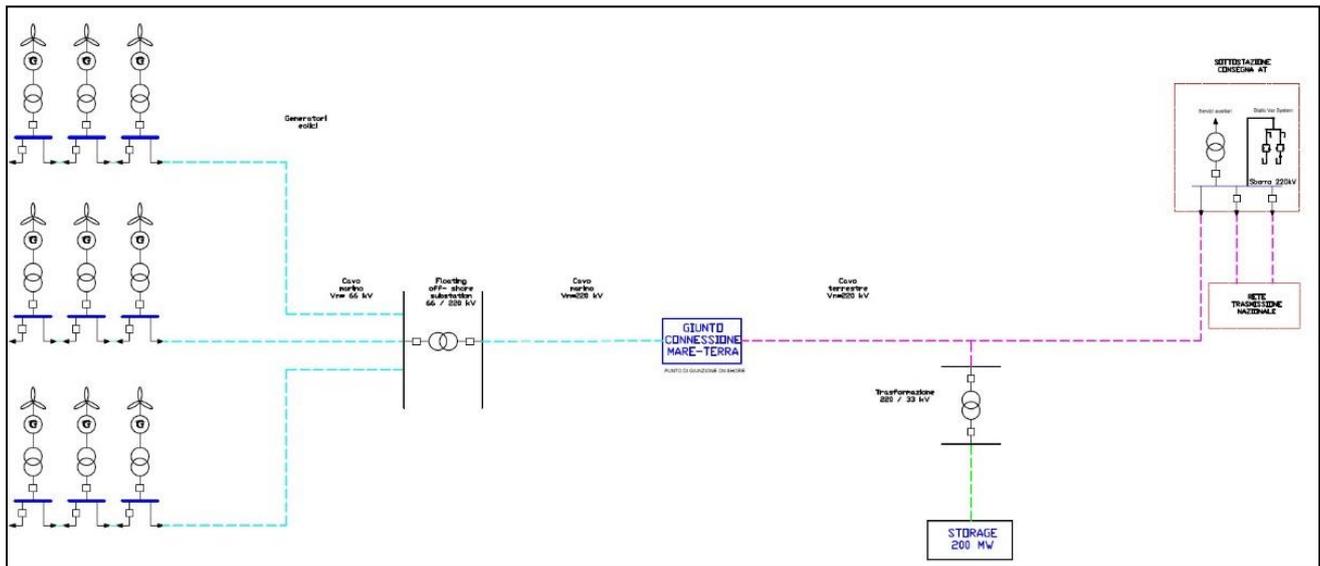


Figura 2 - Schema logico del parco, viene rappresentata una singola FOSS

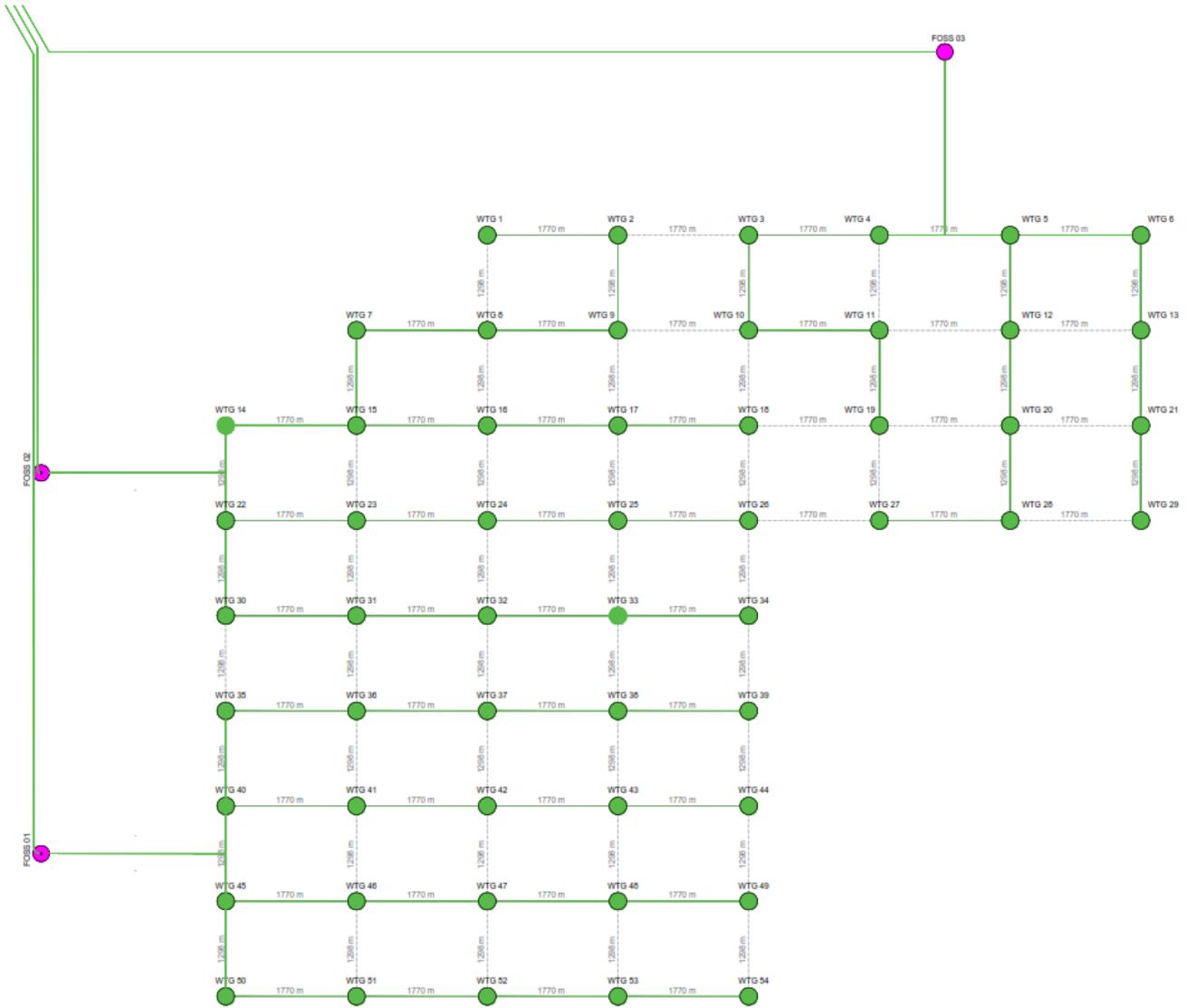


Figura 3 - Schema elettrico di collegamento del sottoparco (in magenta le tre sottostazioni FOSS)

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>				
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 10</p>

2.1 PANORAMICA DEL PROGETTO

L'impianto eolico prevede l'installazione di 54 aerogeneratori su fondazioni galleggianti e sarà suddiviso in tre sottocampi:

- Il primo sottocampo nominato "A" è costituito da 20 aerogeneratori, suddivisi su 4 stringhe, per una potenza complessiva pari a 290 MW il cui modello e la cui fornitura saranno definite nel dettaglio alla luce dello stato dell'arte e della disponibilità di mercato;
- Il secondo sottocampo nominato "B" è costituito da 20 aerogeneratori, suddivisi su 4 stringhe, per una potenza complessiva pari a 300 MW il cui modello e la cui fornitura saranno definite nel dettaglio alla luce dello stato dell'arte e della disponibilità di mercato;
- Il terzo sottocampo nominato "C" è costituito da 14 aerogeneratori, suddivisi su 3 stringhe, per una potenza complessiva pari a 210 MW, il cui modello e la cui fornitura saranno definite nel dettaglio alla luce dello stato dell'arte e della disponibilità di mercato.

Le stazioni di trasformazione e conversione *offshore* rappresenteranno i collettori elettrici di ciascun sottocampo e l'interfaccia tra l'impianto di produzione e la rete di trasmissione di energia elettrica verso la terra ferma. La tecnologia relativa alle turbine eoliche galleggianti permette di realizzare impianti distanti dalla costa su fondali profondi con impatti ambientali trascurabili. La tipologia realizzativa indicata consente il miglior sfruttamento della risorsa eolica in loghi particolarmente favorevoli altrimenti inutilizzabili a causa della profondità del fondale.

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 11</p>

2.2 DATI AMBIENTALI

Nella selezione di apparecchiature e materiali per opere a mare sono stati considerati i seguenti dati d'installazione:

- altitudine clima: 0 m s.l.m.;
- temperatura ambiente: -10 ÷ +50°C;
- umidità relativa: 20 ÷ 90%;
- velocità del vento max esterna: 40 m/s.

Nella selezione di apparecchiature e materiali per opere a terra sono stati considerati i seguenti dati d'installazione:

- altitudine clima: ≤ 1000 m s.l.m.;
- temperatura ambiente: -10 ÷ +45°C;
- umidità relativa: 10 ÷ 90%;
- velocità del vento max: 30 m/s.

3. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTRICHE

Gli elementi tecnici da considerare per la descrizione dell'intero impianto sono:

- gli aerogeneratori ;
- le stazioni elettriche *offshore* di trasformazione (*FOSS*);
- i cavi di interconnessione tra aerogeneratori e le *FOSS* ;
- i cavi di collegamento con la rete nazionale in alta tensione;
- punto di giunzione terrestre;
- stazione di sezionamento;
- stazione di parallelo;
- il sistema di accumulo;
- la stazione di consegna situata a terra.

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>				
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 12</p>

3.1 AEROGENERATORI

Le macchine di generazione individuate per il presente intervento hanno una potenza nominale di 15 MW e 14 MW. In particolare, 44 aerogeneratori avranno una potenza nominale di 15 MW e 10 aerogeneratori di potenza unitaria da 14 MW. Le turbine eoliche scelte per la progettazione del parco *offshore* sono della gamma Vestas, azienda che ad oggi ha installato oltre 145 GW di turbine eoliche, onshore e *offshore*, in 85 paesi. Ogni generatore V236-15.0 MW, posto all'interno della navicella, è costituito, oltre che dalla navicella stessa, da una torre, un rotore, sorretti da fondazione galleggiante, quest'ultima fissata al fondo del mare attraverso ancore collegate da linee di ormeggio. Ogni generatore sarà dotato dal costruttore delle protezioni elettriche per prevenire l'alimentazione della rete in caso di disservizio a valle e per proteggerlo dalla risalita di potenza di corto proveniente dalla rete in caso di guasto elettrico interno. Nella navicella, trovano posto anche gli asservimenti oleodinamici ed elettrici per l'eccitazione del rotore sincrono, il telecontrollo, l'ottimizzazione della produzione e la sicurezza generale della macchina.

Il rotore, composto da 3 pale, avrà un diametro di 236 m. I motori elettrici del "sistema pitch" consentono la regolazione dell'inclinazione della pala e dunque la variazione della velocità di rotazione del rotore. Le pale sono normalmente costruite in fibra di vetro e resina epossidica con rinforzi in materiali compositi. La torre eolica è realizzata in acciaio e divisa in diverse sezioni.

NP Pozzallo Wind	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"				
	RELAZIONE ELETTRICA	20/09/2022	REV.1	Pag. 13	



Figura 4 - Turbina Vestas 236-14/15 MW

Le turbine eoliche sono in genere configurate per iniziare a funzionare a partire da circa 3 m/s di vento e per arrestarsi automaticamente quando il vento supera i 30 m/s.

Potenza nominale aerogeneratore	15000 -14000 kW
Diamentro del Rotore	236 m
Superficie spazzata	43,742 m ²
Livello di tensione del generatore	0,69 kV

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 14

Livello di tensione in uscita dal trasformatore di macchina	66 kV
Cut-in wind speed	3 m/s
Cut-out wind speed 30 m/s	30 m/s

Tabella 1 - Dati generali aerogeneratore Vestas

La turbina è equipaggiata con un sistema generatore - inverter a velocità variabile.

Un convertitore di frequenza (inverter) viene acceso nel circuito del rotore ed impone una tensione con frequenza regolabile sul rotore. I componenti interni all'aerogeneratore hanno generalmente una classe di protezione IP54. È prevista la messa a terra dell' alloggiamento del generatore per la compensazione del potenziale. Il generatore è supportato da elementi, posti sulla base del telaio, che disaccoppiano rumore e vibrazioni, per un' ottimale insonorizzazione e riduzione delle vibrazioni.

3.1.1 COMPONENTI ELETTRICI E TECNOLOGICI A SERVIZIO DEGLI AEROGENERATORI

Ogni turbina eolica dovrà essere conforme agli standard internazionali per la sicurezza degli impianti. A tal proposito tutte le funzioni dell'aerogeneratore sono monitorate da un sistema di controllo a microprocessore. Per poter gestire le turbine costituenti il parco eolico esse dovranno essere controllate da un sistema centralizzato di tipo SCADA System. Questa tipologia di impianti necessita di un elevato livello di affidabilità e disponibilità. Infatti, tutte le funzioni critiche sono dotate di controllo ridondante; ad esempio il sistema di arresto di emergenza è azionato sia da un circuito di sicurezza cablato sia dal software gestionale operativo (SCADA System). Ciò permette alla turbina di portarsi in condizioni di sicurezza in caso di guasto di uno dei due sistemi. L'uso di fibre ottiche garantisce un elevato valore del *baud rate* e al tempo stesso costituisce una protezione contro eventuali interferenze

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 15

elettromagnetiche di natura atmosferica. Le turbine *offshore* sono dotate anche di un sistema radio point to point.

Per l'alimentazione dei servizi ausiliari dell'aerogeneratore sarà previsto un sistema di alimentazione in bassa tensione a 0.4 kV, derivato dal generatore, configurato in accordo e conformità alle specifiche CEI. Per tutti i servizi sarà previsto un quadro BT 0,4 kV del tipo ad armadio a pannelli metallici chiusi, con comandi e segnalazioni accessibili. Saranno quindi realizzati i seguenti impianti tecnologici:

- impianto illuminazione;
- impianti forza motrice;
- impianti alimentazione privilegiata e UPS (gruppo di continuità);
- impianti di climatizzazione e ventilazione;
- sistema di rilevazione, telesegnalazione ed estinzione incendi.

3.1.2 POSIZIONAMENTO DELLE TURBINE

Nella successiva tabella è presentata la lista delle posizioni degli aerogeneratori, divisi in funzione del sottocampo di appartenenza (A, B e C) e della stringa di locazione.

Sottocampo	N. Turbina	Coordinate	
		Coordinate Est (UTM 33 N)	Coordinate Nord (UTM 33 N)
A	54	516004	4004664
A	53	514234	4004664
A	52	512464	4004664

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  	
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1

Sottocampo	N. Turbina	Coordinate	
		Coordinate Est (UTM 33 N)	Coordinate Nord (UTM 33 N)
A	51	510694	4004664
A	50	508924	4004664
A	49	516004	4004664
A	48	514234	4005962
A	47	512464	4005962
A	46	510694	4005962
A	45	408924	4005962
A	44	516004	4007260
A	43	514234	4007260
A	42	512464	4007260
A	41	510694	4007260
A	40	508924	4007260
A	39	516004	4008558
A	38	514234	4008558
A	37	512464	4008558
A	36	510694	4008558

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  	
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>

Sottocampo	N. Turbina	Coordinate	
		Coordinate Est (UTM 33 N)	Coordinate Nord (UTM 33 N)
A	35	508924	4008558
B	34	516004	4009856
B	33	514234	4009856
B	32	512464	4009856
B	31	510694	4009856
B	30	508924	4009856
B	26	516004	4011154
B	25	514234	4011154
B	24	512464	4011154
B	23	510694	4011154
B	22	508924	4011154
B	18	516004	4012452
B	17	514234	4012452
B	16	512464	4012452
B	15	510694	4012452
B	14	508924	4012452

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  	
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1

Sottocampo	N. Turbina	Coordinate	
		Coordinate Est (UTM 33 N)	Coordinate Nord (UTM 33 N)
B	1	512464	4015048
B	2	514234	4015048
B	9	514234	4015048
B	8	512464	4015048
B	7	510694	4015048
C	19	517774	4012454
C	11	517774	4013750
C	10	516004	4013750
C	3	516004	4015048
C	4	517774	4015048
C	27	517774	4011154
C	28	519544	4011154
C	20	519544	4012454
C	12	519544	4013750
C	5	519544	4013750
C	29	521314	4011154

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 19

Sottocampo	N. Turbina	Coordinate	
		Coordinate Est (UTM 33 N)	Coordinate Nord (UTM 33 N)
C	21	521314	4011154
C	13	521314	4011154
C	6	521214	4011154

Tabella 2 - Posizionamento dei singoli aerogeneratori

3.2 SOTTOSTAZIONI OFFSHORE DI TRASFORMAZIONE (FOSS)

Le sottostazioni di trasformazione, indicate con acronimo "FOSS" - *Floating Offshore Substation* - saranno posizionate in posizione baricentrica rispetto alle stringhe di uscita dal parco eolico, orientativamente ad una distanza di 2.500 m da queste; le stringhe verranno raggruppate in modo da attestare sulle FOSS rispettivamente le seguenti potenze:

- FOSS 1: 290 MW (n. 2 stringhe che collegano n. 2 gruppi di 5 torri da 14 MW e n. 2 stringhe che collegano n. 2 gruppi di 5 torri da 15 MW);
- FOSS 2: 300 MW (n. 4 stringhe che collegano n. 4 gruppi di 5 torri da 15 MW);
- FOSS 3: 210 MW (n. 2 stringhe che collegano n. 2 gruppi di 5 torri da 15 MW e n. 1 stringa che collega un gruppo di 4 torri da 15 MW).

Nelle FOSS alloggeranno gli arrivi dei cavi a 66 kV provenienti dagli aerogeneratori e i rispettivi interruttori di protezione, i quali saranno connessi alla semisbarra. Ai quadri di arrivo a 66 kV si affiancheranno ulteriori due quadri di partenza ai trasformatori elevatori 66/220 kV. Per ogni FOSS sono previsti due trasformatori, operanti in parallelo, per un totale di n. 6 trasformatori 66/220 kV suddivisi in:

- N.2 trasformatori 66/220kV ONAN/ONAF da 160 MVA ognuno (per un totale di 320 MVA) per il sottocampo "A";

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>				
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 20</p>

- N.2 trasformatori 66/220kV ONAN/ONAF da 160 MVA ognuno (per un totale di 320 MVA) per il sottocampo "B";
- N.2 trasformatori 66/220kV ONAN/ONAF, uno da 160 MVA e uno da 100 MVA, per un totale di 260 MVA per il sottocampo "C".

Le uscite in AT dai trasformatori saranno protette da opportune protezioni allo stallo in AT, da cui si dipartirà una linea 1x(3x1000 mmq) verso la terra ferma.

NP Pozzallo Wind	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"				
	RELAZIONE ELETTRICA	20/09/2022	REV.1	Pag. 21	

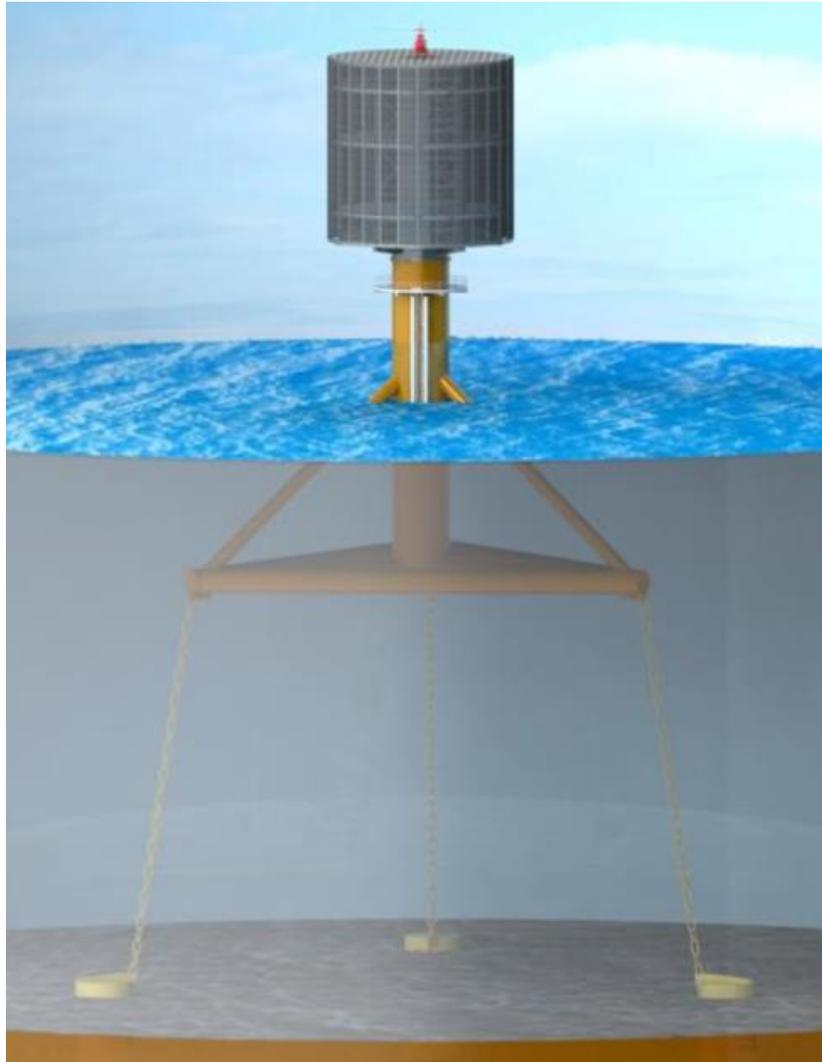


Figura 5 - Sottostazione elettrica offshore galleggiante

Nella seguente figura viene riportata uno schema di sezione della FOSS.

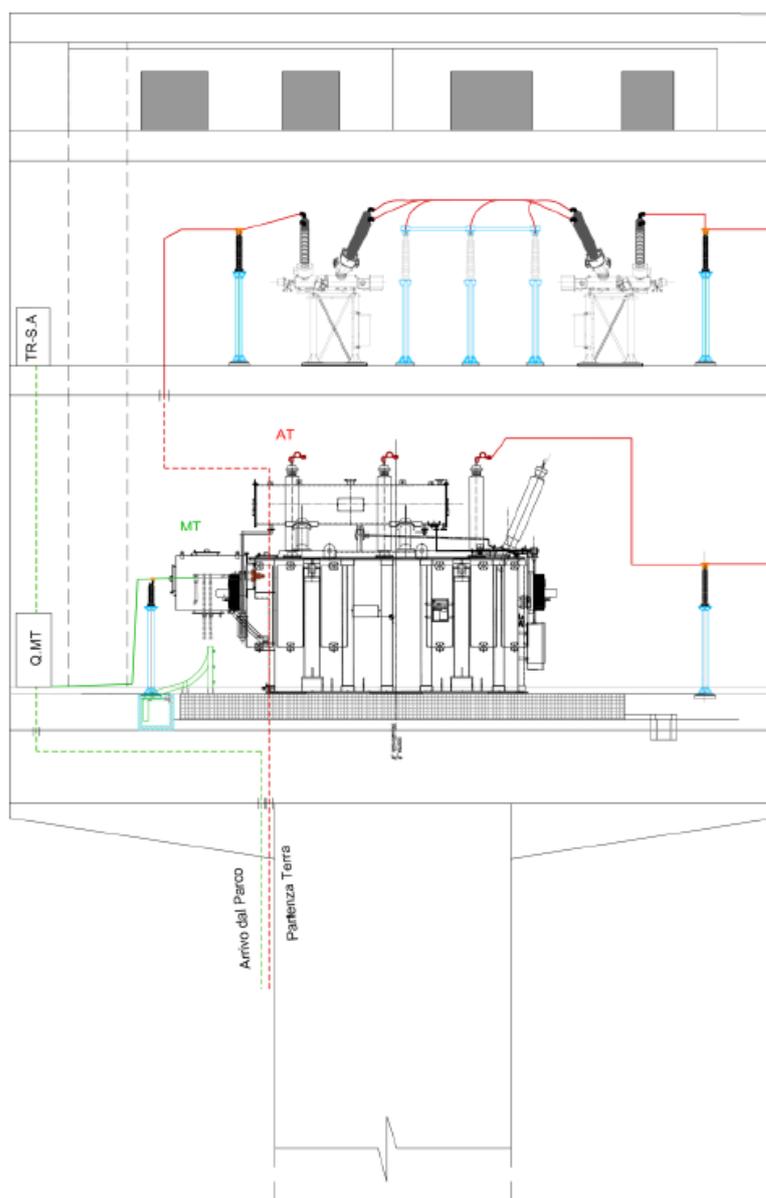


Figura 6 - Schema di sezione della FOSS

Le opere elettriche principali previste sono sintetizzabili in:

- Montante e quadri di arrivo linea 66 kV dotato di scomparto, misure e protezioni, interruttore arrivo linea ed interruttore di partenza trasformatore;

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 23

- Due trasformatori elevatori 66/220 kV per ogni sottostazione di taglia differenti in base ai sottocampi (n° 2 TR di taglia 160 MVA per la FOSS 1, n° 2 TR di taglia 160 MVA per la FOSS 2 e n° 2 TR di taglia 160 MVA e 100 MVA per la FOSS 3);
- Un gruppo di compensazione della potenza reattiva;
- Montante 220 kV di uscita dal trasformatore e partenza verso stazione di arrivo a terra tramite i moduli PASS;
- Alimentazioni privilegiate;
- servizi ausiliari.

Tutte le apparecchiature sono interamente isolate in SF6.

I trasformatori saranno del tipo ONAN (Ventilazione naturale), utilizzabile anche in modalità ONAF (Ventilazione forzata).

Il trasformatore tipo avrà in dotazione sonde termometriche PT100 installate sugli avvolgimenti secondari per le misure di temperatura e dispositivi per la rilevazione della pressione dell'olio isolante. I segnali delle protezioni sopra descritte saranno inviati al quadro di controllo e utilizzati per segnalazioni di allarme e blocco.

3.3 CAVI ELETTRICI DI COLLEGAMENTO

In relazione allo schema logico di collegamento (Figura 2.), si adotteranno tre tipologie distinte di cavi:

- cavo marino dinamico a 66 kV per interconnessione tra le turbine e per la connessione degli aereogeneratori alle FOSS;
- cavo marino a 220 kV per connessione tra la FOSS ed il punto di giunzione a terra (TJB);
- cavo terrestre a 220 kV per la connessione tra il punto di giunzione a terra e il sistema di accumulo / sottostazione di consegna e misura;

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 24

- cavo terrestre a 220 kV per la connessione dalla sottostazione di consegna e misura alla stazione TERNA "Chiaramonte Gulfi".
- cavo di collegamento terrestre tra il sistema di accumulo e la stazione di parallelo.
- Infine, per i tratti in alta tensione, ovvero:
 - dalle sottostazioni *offshore* (FOSS) al punto di giunzione a terra;
 - dal punto di giunzione a terra fino alla stazione di sezionamento;
 - dalla stazione di sezionamento alla stazione di parallelo;
 - dall'impianto di accumulo alla stazione di parallelo;
 - dalla stazione di parallelo alla rete Terna;
- si prevedono lunghezze indicate nella tabella seguente.

Sottocampo	Tratta	Lunghezza (m)	Sezione cavo (mm ²)	Tensione (kV)	Tipologia torre (MW)
A	WTG 54-53	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	14
A	WTG 53-52	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	14
A	WTG 52-51	1770	1X3x185 – Cu (Al)	66	14
A	WTG 51-50	1770	1X3x400 – Cu (Al)	66	14
A	WTG 50-Sottostazione A	2550	1X3x630 – Cu (Al)	66	14
A	WTG 49-48	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	14
A	WTG 48-47	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	14
A	WTG 47-46	1770	1X3x185 – Cu (Al)	66	14
A	WTG 46-45	1770	1X3x400 – Cu (Al)	66	14
A	WTG 45- Sottostazione 1	2500	1X3x630 – Cu (Al)	66	14
A	WTG 44-43	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 25

Sottocampo	Tratta	Lunghezza (m)	Sezione cavo (mm²)	Tensione (kV)	Tipologia torre (MW)
A	WTG 43-42	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
A	WTG 42-41	1770	1X3x185 – Cu (Al)	66	15
A	WTG 41-40	1770	1X3x400 – Cu (Al)	66	15
A	WTG 40-Sottostazione 1	2500	1X3x630 – Cu (Al)	66	15
A	WTG 39-38	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
A	WTG 38-37	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
A	WTG 37-36	1770	1X3x185 – Cu (Al)	66	15
A	WTG 36-35	1770	1X3x400 – Cu (Al)	66	15
A	WTG 35-Sottostazione 1	2500	1X3x630 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 34-33	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 33-32	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 32-31	1770	1X3x185 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 31-30	1770	1X3x400 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 30-Sottostazione 2	2500	1X3x630 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 34-33	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 33-32	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 32-31	1770	1X3x185 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 31-30	1770	1X3x400 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 30-Sottostazione 2	2500	1X3x630 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 34-33	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 33-32	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 26

Sottocampo	Tratta	Lunghezza (m)	Sezione cavo (mm²)	Tensione (kV)	Tipologia torre (MW)
B	WTG 32-31	1770	1X3x185 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 31-30	1770	1X3x400 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 30-Sottostazione 2	2500	1X3x630 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 26-25	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 25-24	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 24-23	1770	1X3x185 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 23-22	1770	1X3x400 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 22-Sottostazione 2	2500	1X3x630 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 18-17	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 17-16	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 16-15	1770	1X3x185 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 15-14	1770	1X3x400 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 14- Sottostazione 2	2500	1X3x630 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 1-2	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 2-9	1300	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 9-8	1770	1X3x185 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 8-7	1770	1X3x400 – Cu (Al)	66	15
B	WTG 7- Sottostazione 2	2500	1X3x630 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 19-11	1330	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 11-10	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 10-3	1330	1X3x185 – Cu (Al)	66	15

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 27

Sottocampo	Tratta	Lunghezza (m)	Sezione cavo (mm ²)	Tensione (kV)	Tipologia torre (MW)
C	WTG 3-4	1770	1X3x400 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 4- Sottostazione 3	2500	1X3x630 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 27-28	1770	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 28-20	1330	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 20-12	1330	1X3x185 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 12-5	1330	1X3x400 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 5- Sottostazione 3	2500	1X3x630 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 29-21	1330	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 21-13	1330	1X3x95 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 13-6	1330	1X3x185 – Cu (Al)	66	15
C	WTG 6- Sottostazione 3	2500	1X3x400 – Cu (Al)	66	15
Sottostazione <i>offshore</i> AT "FOSS 1"- Punto di giunzione a terra		63060	1X3x1000 – Cu (Al)	220	-
Sottostazione <i>offshore</i> AT "FOSS 2"- Punto di giunzione a terra		57800			
Sottostazione <i>offshore</i> AT "FOSS 3"- Punto di giunzione a terra		64400			
Punto di giunzione a terra- Stazione di sezionamento		3 x 1700	3x1x1600 - Al 220	220	-
Stazione di sezionamento - Stazione di parallelo		3 x 56330	3x1x1600 - Al 220	220	-

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 28

Sottocampo	Tratta	Lunghezza (m)	Sezione cavo (mm ²)	Tensione (kV)	Tipologia torre (MW)
	Stazione di Parallelo – SE RTN Terna	2 x 330	3x1x1600 - Al 220	220	-
	Area storage - Stazione di Parallelo	160	3x1x1600 - Al 220	220	-

In fase di progettazione esecutiva si provvederà al dimensionamento del conduttore, in concordanza con quanto indicato dal fornitore, in modo da poter garantire le massime prestazioni sia di affidabilità che di perdite elettriche per trasporto dell'energia.

3.3.1 CALCOLO PRELIMINARE DELLE CORRENTI

La corrente erogata a 66 kV dal generatore k -esimo è stimabile tramite la seguente relazione:

$$I_{n,gen,k} = P_{n,gen} / \sqrt{3} V_n \cos \varphi_{gen} = 14 \times 10^6 / \sqrt{3} \times (66 \times 10^3) \times 0.99 \cong 124 \text{ A}$$

$$I_{n,gen,k} = P_{n,gen} / \sqrt{3} V_n \cos \varphi_{gen} = 15 \times 10^6 / \sqrt{3} \times (66 \times 10^3) \times 0.99 \cong 133 \text{ A}$$

Dove:

- $P_{n,gen}$ = potenza attiva nominale erogata dal singolo generatore (W);
- $\cos \varphi_{gen}$ = fattore di potenza;
- V_n = livello di tensione nominale in uscita dalla turbina (V);

La massima corrente nominale $I_{n,sc,m}$ relativa al sottocampo m -esimo, formato da 5 turbine, vale quindi:

$$I_{n,sc,m} = \sum_{k=1}^K I_{n,gen,k} = 5 \times 124 = 620 \text{ A} \text{ (per le turbine con potenza nominale di 14 MW)}$$

$$I_{n,sc,m} = \sum_{k=1}^K I_{n,gen,k} = 5 \times 133 = 665 \text{ A} \text{ (per le turbine con potenza nominale di 15 MW);}$$

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"				
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 29

$$k=1$$

Ed infine per il sottocampo 3 di cui l'ultima sezione sarà formata da 4 generatori, la corrente varrà:

$$I_{n,sc,m} = \sum_{k=1}^K I_{n,gen,k} = 4 \times 133 = 532 \text{ A (per le turbine con potenza nominale di 15 MW);}$$

in cui K è il numero di generatori sul sottocampo m -esimo.

Per il calcolo della corrente $I_{n,FOS}$ uscente dalla FOSS al livello di tensione 220 kV, vale invece la seguente:

$$I_{n,FOS} = P_{n,tot} / \sqrt{3} V_n \cos \varphi = 290 \times 10^6 / \sqrt{3} \times (220 \times 10^3) \times 0.99 \cong 769 \text{ A}$$

$$I_{n,FOS} = P_{n,tot} / \sqrt{3} V_n \cos \varphi = 300 \times 10^6 / \sqrt{3} \times (220 \times 10^3) \times 0.99 \cong 795 \text{ A}$$

$$I_{n,FOS} = P_{n,tot} / \sqrt{3} V_n \cos \varphi = 210 \times 10^6 / \sqrt{3} \times (220 \times 10^3) \times 0.99 \cong 557 \text{ A}$$

NOTA: Il valore di corrente sopra esposto è da intendersi come il limite superiore ottenibile dalla singola sotto-sezione del generatore. Attraverso tale dato potranno essere dimensionati preliminarmente i componenti principali ed i conduttori di potenza provenienti dal generatore verso la sottostazione AT.

3.4 CARATTERISTICHE DEL CAVO DINAMICO MARINO A 66 KV

In relazione al calcolo delle correnti nominali, il cavo dinamico marino in media tensione sarà del tipo tripolare con conduttori in rame con sezioni elettriche nominali fino a 630 mm², isolamento in EPR o XLPE e doppia schermatura longitudinale/radiale a tenuta stagna del tipo *Water Resistant*.

Caratteristiche del cavo dinamico marino a 66 kV:

- Conduttore: conduttori in rame (o eventualmente in alluminio) sigillati longitudinalmente;
- Schermo conduttore: composto semiconduttivo estruso;
- Isolamento: EPR o XLPE;
- Schermo isolante: composto estruso;

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  	
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>

- Schermo: schermatura individuale del nastro in rame su ciascuna fase;
- Unità a fibra ottica: fino a 3 unità FO con tubo metallico;
- *Lay up*: tre nuclei di potenza con riempimento estruso;
- Armatura di estensione: filati in polipropilene;
- Armatura: uno strato di fili di acciaio zincato, lavato con bitume;
- Protezione esterna: filati in polipropilene in colori personalizzabili.



Figura 7 - Cavo sottomarino 66 kV con conduttori di rame

3.5 CARATTERISTICHE DEL CAVO MARINO A 220 KV

Il cavo marino a 220 kV è di tipo tripolare con conduttori in rame con sezione elettrica nominale pari a 1000 mm² (adeguata alla corrente nominale di esercizio), isolato in EPR o XLPE, con schermatura longitudinale / radiale a tenuta stagna del tipo "Water Resistant". Il cavo sarà del tipo dinamico per il tratto di discesa dalla FOSS fino al fondale e statico tradizionale sul percorso fino a terra.

Caratteristiche del cavo marino a 220 kV:

- Conduttore: fili di rame solidi (sigillati longitudinalmente);
- Guaina conduttiva: estrusa semiconduttiva;
- Isolamento: EPR o XLPE;
- Schermo metallico: nastri di rame;
- Riempitivi: corde in PP e / o riempitivi in plastica sagomati;

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 31

- Fasciatura: foglio sintetico + strisce di rame;
- Imbottitura dell'armatura: filato PP;
- Armatura: singolo strato di fili di acciaio zincato;
- Protezione tessile: singolo strato di PP;
- Unità a fibra ottica: fibra ottica interstiziale;
- Diametro esterno: 180 mm;
- Standard di riferimento: IEC 60228.
- Portata in corrente: 968 A;
- Tensione di progetto fase-fase (U): 220 kV;
- Numero di core di potenza: 3;
- Sezione trasversale conduttore: 1000 mm²;
- Sezione schermo: 50 mm².

Protezione dei cavi sottomarini

A causa delle azioni antropogeniche e delle perturbazioni naturali che possono agire sui cavi di trasmissione dell'energia elettrica sarà necessario proteggere questi dai danni causati da attrezzi da pesca, ancore o forti azioni idrodinamiche. La protezione dei cavi sottomarini, per le sezioni di cavo che attraversano aree che presentano scarse criticità a livello di fondale ma che possono presentarle al di sotto, potrà essere effettuata mediante posa di ogni linea mediante sistema *trenchless* (senza scavi di trincee) con protezione esterna, con successiva posa di una protezione fatta da massi naturali o materassi prefabbricati di materiale idoneo (cubicoli in cemento/calcestruzzo). Dove il fondale non presenta elevate criticità di posa o necessità di preservazione dell'ambiente esistente, dovrebbe essere utilizzata la posa del cavo in scavo mediante la tecnica del co-trenching. Tale sistema riduce il rischio di interferenza di agenti esterni, come per esempio ancore o reti da pesca, che potrebbero danneggiarlo o trascinarlo via.

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  	
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 32</p>

Posa del cavo sottomarino

L'installazione del cavo di collegamento in mare fino allo sbarco è normalmente suddivisa da lavori preparatori in cui a monte dell'installazione del cavo e della relativa protezione dello stesso dovranno essere avviate operazioni di ricognizione geofisica per confermare i dati ottenuti durante gli studi tecnici preliminari, identificare nuovi possibili rischi (rocce, detriti, ecc.); in seguito si prevede la posa e l'installazione del cavo: una nave posacavo specializzata trasporta il cavo srotolandolo sul fondale del mare con l'assistenza di altre imbarcazioni. A seconda del tipo di protezione si procede con opportuni mezzi all'operazione di messa in opera della protezione che può essere realizzata in un secondo tempo oppure simultaneamente alla posa del cavo. Si ricorda che verrà scelta la migliore soluzione tecnologica per la posa del cavo in funzione della caratteristica del fondale.

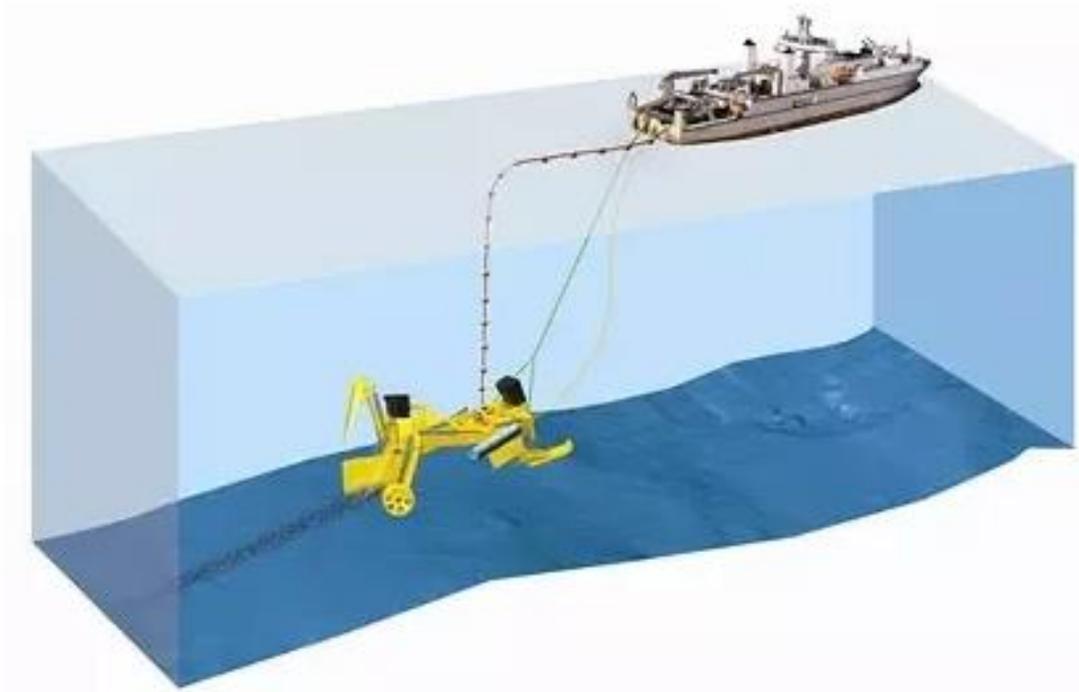


Figura 8 - Esempio di nave posa cavo

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 33

Corridoio cavi sottomarini

Nell'ipotesi di layout presentata i cavi per la connessione delle singole torri hanno una distanza pari alla distanza delle torri stesse. Va infatti considerato che, per ogni stringa, si avranno cavi che collegheranno i "nodi" in serie e quindi ogni stringa risulterà correre in "parallelo" alla stringa adiacente della distanza che separa i generatori appartenenti a stringhe adiacenti fino a raggiungere la propria FOSS. Da ogni FOSS si dipartirà un cavo tripolare che trasporterà l'energia della sezione del parco di pertinenza alla terraferma e da qui alla rete Terna S.P.A.

Nelle nostre considerazioni iniziali si è previsto un percorso di avvicinamento alla costa con una distanza, tra ogni linea, pari a 100 m; distanza che si andrà riducendo lungo il suo avvicinarsi alla costa (si veda in merito la relativa tavola TAV. 15 - CORRIDOI CAVIDOTTI MARINI). A ridosso della costa è stato scelto un corridoio di 38 m tra singole linee, che si ridurrà ad un'ampiezza di 19 m (con interasse di 8 m) in corrispondenza della fossa giunti.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA	20/09/2022	REV.1	Pag. 34	

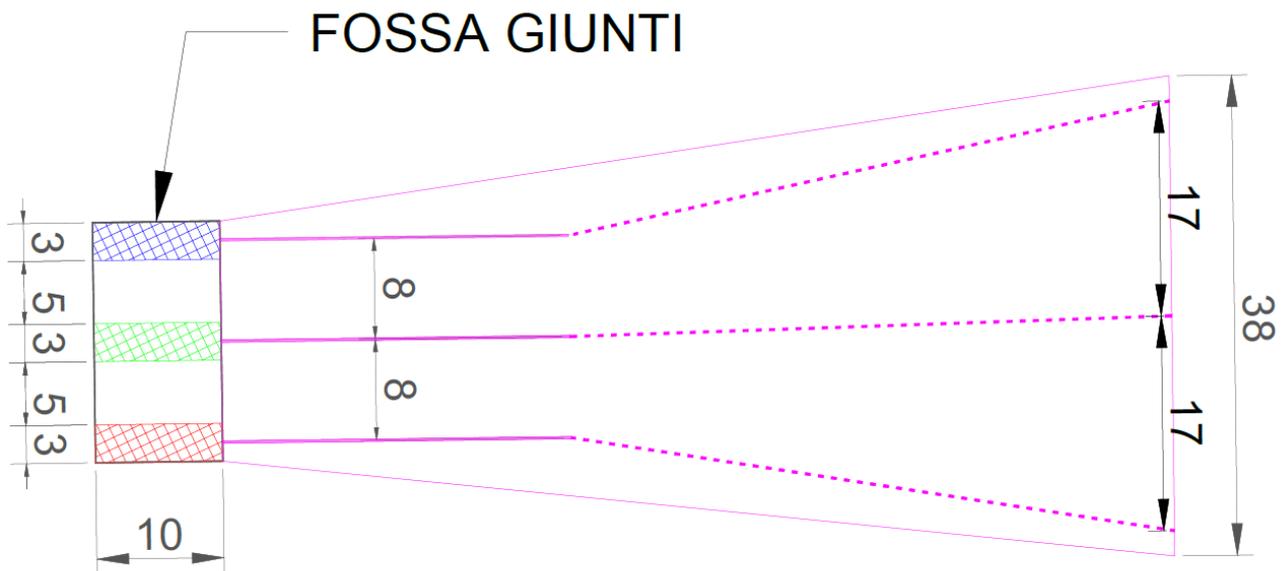


Figura 9 - Schema approdo cavi e fossa giunti

3.6 CARATTERISTICHE DEL CAVO TERRESTRE A 220 KV

I cavi terrestri saranno di tipo unipolare con conduttori in alluminio e sezione elettrica nominale pari a 1600 mm², con isolamento in XLPE e doppia schermatura longitudinale/radiale a tenuta stagna.

Caratteristiche del cavo terrestre a 220 kV:

- Materiale del conduttore: alluminio;
- Schermo: filo di rame.
- Sezione del conduttore: 1600 mm²;
- Sezione schermo: 60 mm²;
- Diametro esterno, D: 110 mm;
- Peso approssimativo: 8 kg/m;

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>			
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 35</p>

- Tensione operativa: 230 kV;
- Capacità nominale: 0,167 $\mu\text{F}/\text{km}$;
- Portata in corrente con posa interrata: 977 A.
- Massimo sforzo di tiro posa fissa: 19 kN;
- Fattore di curvatura durante l'installazione: 30D;
- Fattore di curvatura durante l'esercizio 15D;
- Tenuta d'acqua longitudinale: si;
- Temperatura massima di servizio del conduttore: 90 °C.

3.7 APPROCCIO ALLA COSTA

A seguito di analisi preliminare della conformazione del punto di approdo si è optato, a questo stadio di progettazione, un approccio alla costa tramite *Trivellazione Orizzontale Controllata* (T.O.C.).

Il diametro della perforazione sarà in seguito esaminato e scelto in maniera tale da poter garantire un adeguato spazio per il cavo consentendone un agevole posizionamento e la successiva adeguata areazione in condizioni di normale esercizio.

3.8 PUNTO DI GIUNZIONE TERRESTRE

È prevista la realizzazione di un punto di giunzione tra il cavidotto marino, che dal parco *offshore* approda all'area del porto di Pozzallo, ed il cavidotto terrestre che dall'area del porto dovrà raggiungere la stazione di consegna *onshore*. Il punto di giunzione sarà formato da una vasca interrata, ubicata catastalmente al Foglio 12, P.Illa 442 nel Comune di Pozzallo, costituita da scatola con mattoni pieni in cemento per linea. Ogni linea approderà ad un fosso giunto avente dimensione pari a circa 3x10x2,5 m (LxHxP) e ogni fossa giunti sarà distanziata di circa 5 m dall'adiacente. Considerando n.3 fosse giunti (una per linea) delle dimensioni precedentemente indicate si perviene a una superficie impegnata pari a 190 m². Eventuali successivi studi, avvalorati dalla collaborazione con il futuro fornitore dei cavi, riguardanti

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA	20/09/2022	REV.1	Pag. 36	

l'interazione termica ed elettromagnetica tra i singoli cavi, potranno condurre alla variazione delle dimensioni di tale manufatto.

Il percorso del cavidotto terrestre si snoderà per circa 58 km e verrà interrato al di sotto della sede stradale pubblica esistente per tutta la sua estensione, discostandosi dalla strada solo in corrispondenza di punti di interferenza che richiederanno soluzioni alternative.

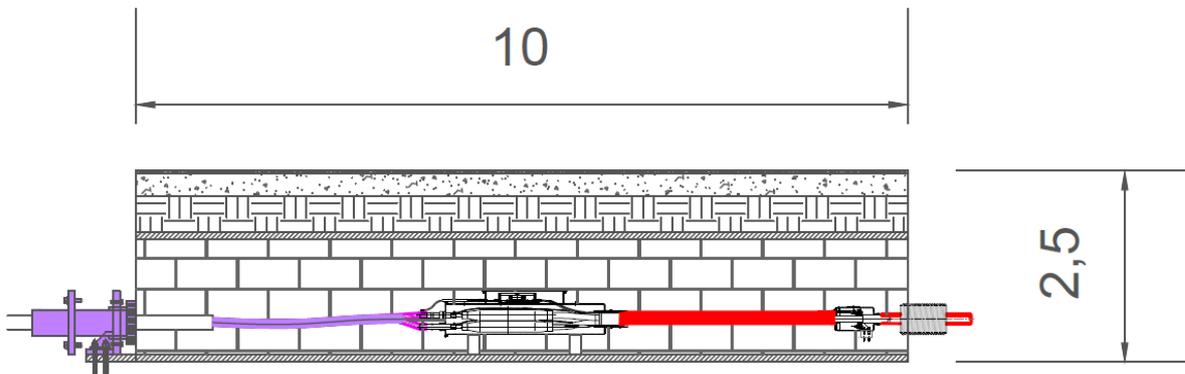


Figura 10 - Giunzione mare terra

3.8.1 STAZIONE DI SEZIONAMENTO

È previsto, lungo il percorso del cavidotto che da Pozzallo trasporta l'energia alla sottostazione Terna "Chiaramonte Gulfi", la realizzazione di una stazione di sezionamento delle dimensioni pari a 50x35 m (per una superficie totale impegnata pari a 1750 m²) che permetterà, all'occorrenza, la disconnessione delle linee tramite appositi dispositivi di protezione (interruttori di manovra e IMS). La stazione di sezionamento sarà ubicata sul Foglio 169 sez. A, P.Ile 113, 112, 885 del Comune di Modica (RG).

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 37</p>



Figura 11 - Stazione di sezionamento

Posa del cavo terrestre

A seguito della giunzione con i cavi marini è previsto un percorso interrato dei cavi terrestri 220kV per una distanza di circa 58 km fino alla SE Chiaramonte Gulfi.

Data la maggior precisione di posa dei cavi, seguendo in fase preliminare le pratiche attualmente utilizzate in ambito ingegneristico, la configurazione dei cavi risulta più contenuta come da Figura 10. I cavi saranno adeguatamente segnalati tramite l'utilizzo di nastro monitor interrato in prossimità delle installazioni.

Si specifica che in ingresso al punto di giunzione si attestano 3 cavi tripolari marini che saranno collegati ad analoghi cavi di tipo terrestre. Così facendo in uscita dal punto di giunzione sono

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"			  		
	RELAZIONE ELETTRICA			20/09/2022	REV.1	Pag. 38

presenti 3 terne ipotizzate con la configurazione di posa mostrata nella figura seguente. Questi cavi fungono così da collegamento fino alla SE Chiaramonte Gulfi.

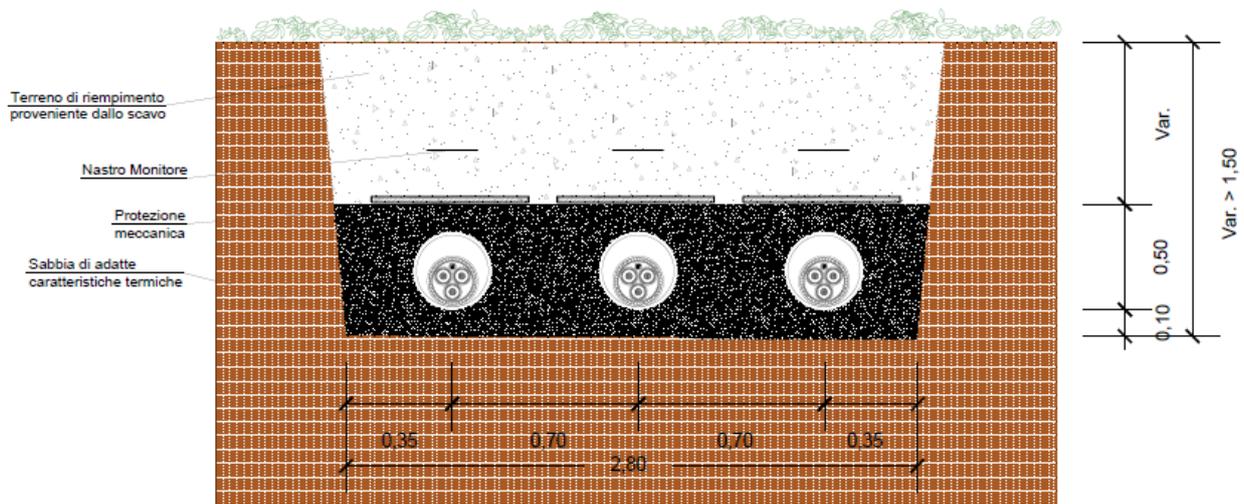


Figura 12 - Configurazione cavi terrestri 220 kV

4. SOTTOSTAZIONE ELETTRICA ONSHORE DI CONSEGNA E MISURA IN ALTA TENSIONE

La connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale dell'energia elettrica è prevista in configurazione consegna a 220 kV presso la stazione elettrica TERNA "Chiaramonte Gulfi". La configurazione, le distanze minime, gli impianti e i servizi della sottostazione saranno progettati in accordo a quanto previsto dal C.d.R. TERNA all.3.

La Stazione Elettrica di Consegna *Onshore* (comprensiva di sottostazione di parallelo) sarà ubicata nel Comune di Chiaramonte Gulfi catastalmente indicata al Foglio 10, particella 390 del medesimo comune. Tale posizione è stata scelta preliminarmente in prossimità al nodo di connessione di Terna (Stazione Terna a 220 kV "Chiaramonte Gulfi", ubicata catastalmente al foglio 10, particella 344 del medesimo comune).

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 39</p>



Figura 13 - Stazione TERNA prevista per la connessione alla rete elettrica ubicata in località di Chiaramonte Gulfi

L' area ospitante sarà di dimensioni tali da contenere :

- un'area dedicata all'impianto di accumulo di potenza nominale di 200 MW ed accumulo 800 MWh, costituito da sottosistemi, apparecchiature e dispositivi necessari all'immagazzinamento dell'energia proveniente dal parco eolico e alla conversione bidirezionale della stessa in energia elettrica in media tensione;
- un'area dedicata alla sottostazione di parallelo, costituita dalle sbarre di arrivo, su cui si attestano le tre linee provenienti dal parco eolico e la linea proveniente dall'impianto di accumulo, e dalle sbarre di partenze dalle quali dipartono le due linee che andranno ad attestarsi ai due stalli (ciascuno di potenza pari a 500 MW) previsti all'interno della stazione Terna per l'immissione alla rete.

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>			  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>			<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 40</p>

L'area ospitante sarà di dimensioni tali da consentire un comodo alloggiamento, degli edifici contenuti: il sistema di protezione comando e controllo, quello di alimentazione dei servizi ausiliari e generali e tutto quanto altro necessario al corretto funzionamento dell'installazione.



Figura 14 - Inquadramento area Stazione di consegna onshore (in verde) e Stazione Terna (in magenta)

Questa particella ha una superficie calpestabile di circa 6,42 ha e presenta una morfologia piuttosto uniforme. Gli elementi che compongono la sottostazione di consegna, che sorgerà in prossimità della esistente Stazione Elettrica di Chiaramonte Gulfi, facenti parte della stazione parallelo sono:

- n. 4 terminali cavi a 220 kV e apparecchiature di protezione 220 kV;
- n. 1 trasformatore MT/AT per compensazione potenza reattiva;
- n. 1 gruppo di compensazione della potenza reattiva;

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 41

- n. 4 montanti di arrivo linea 220 kV (tre di arrivo parco eolico, uno arrivo di storage);
- n. 2 montanti di partenza linea 220 kV (partenza verso stazione terna Chiaramonte Gulfi);
- sbarre di parallelo a 220 kV;
 - chioschi per apparecchiature elettriche;
 - n.2 terne di cavi a 220 kV partenza alla RTN -Chiaramonte Gulfi;
 - strada di accesso all'area della stazione elettrica TERNA Chiaramonte Gulfi;
 - n. 1 Locale tecnologico comprensivo di: locale "Sala controllo"; locale "Sala telegestione"; "Locale Misure"; "Locale Quadri Aux".

5. IMPIANTO DI STORAGE DI POTENZA COMPLESSIVA PARI A 200 MW

Il *BESS* è un impianto di accumulo elettrochimico di energia elettrica costituito da batterie, sistema di conversione di potenza, sistema di controllo e trasformazione BT/MT.

Secondo la serie IEC 62933, il *BESS* è progettato in sottosistemi con la seguente gerarchia:

- Sottosistema primario: sottosistema di accumulo e sottosistema di conversione di potenza.
- Sottosistema ausiliario.
- Sottosistema di controllo: sottosistema di comunicazione, sottosistema di gestione e sottosistema di protezione.

Il *BESS* sarà progettato secondo una architettura simile a quella rappresentata nella seguente figura:

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA	20/09/2022	REV.1	Pag. 42	

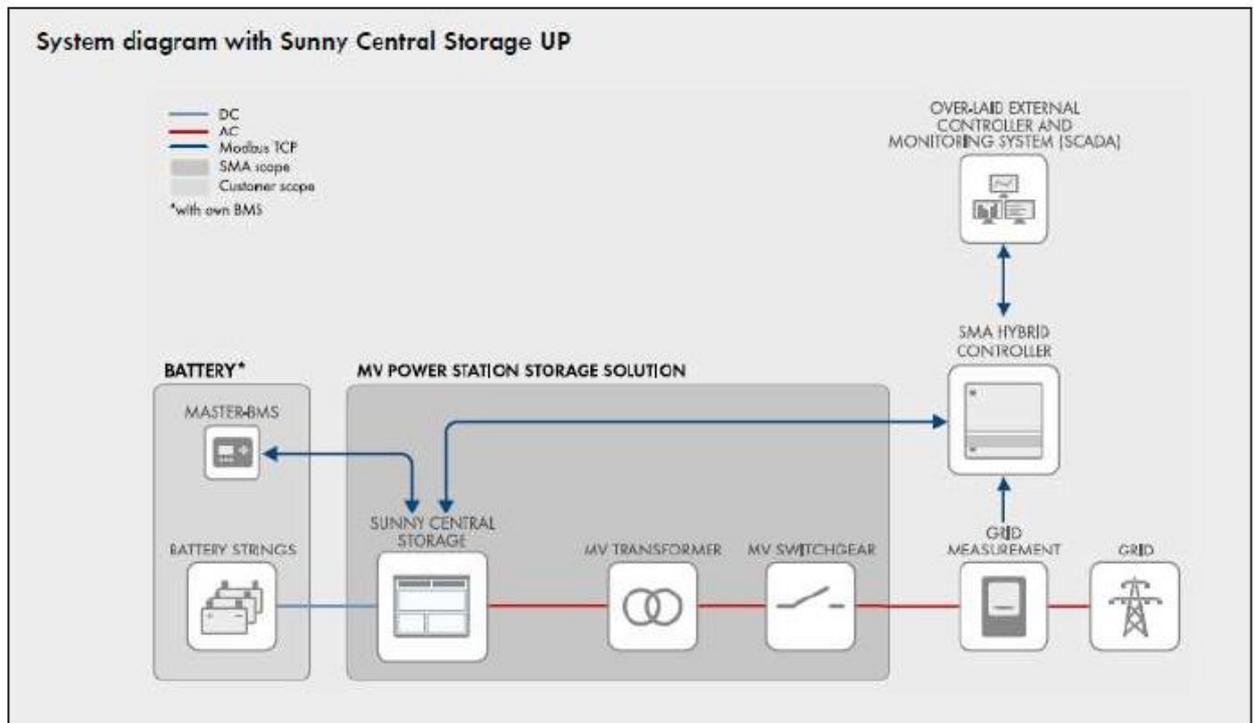


Figura 15 - Architettura Sunny Central Storage Up

In genere, i componenti del *BESS* saranno assemblati e spediti in uno o più container pronti per essere installati sul campo. Il *BESS* sarà fornito di tutti i cavi BT, MT, segnalazione e controllo nonché cavi FO necessari per collegare tra loro tutti i sottosistemi e per collegare il *BESS* al *POC*.

Il *BESS* sarà costituito dai seguenti componenti tipici:

- Sottosistema batteria: saranno composti da batterie agli ioni di litio con un'aspettativa di vita pari alla durata prevista dell'impianto in condizioni operative normali adatte per l'installazione all'aperto. La batteria sarà composta da celle elettrochimiche, tra loro elettricamente collegate in serie ed in parallelo per formare moduli di batterie. I moduli sono collegati elettricamente tra loro ed assemblati in appositi armadi/rack in modo tale da conseguire i valori richiesti di potenza, tensione e corrente. Ogni rack avrà il proprio

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 43</p>

sistema di gestione della batteria "*Battery Management System*" (*BMS*), per gestire lo stato di carica "*State of Charge*" (*SoC*), lo stato di salute "*State of Health*" (*SoH*), la tensione, la corrente e la temperatura di ogni livello dei moduli batteria nel rack, nonché il controllo e la protezione. Le batterie e il loro *BMS* saranno integrati in container ISO standard di 40 piedi o cabinet personalizzati da posizionare all'aperto equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi.

- **Sottosistema di conversione della potenza:** costituito da uno o più convertitori di potenza bi-direzionali, integrati in cabinet personalizzati per posa esterna o container ISO standard di 20/40 piedi equipaggiati di sistema di condizionamento ambientale, sistema antincendio e rilevamento fumi. Il PCS sarà corredato da controllori dei convertitori, trasformatori BT/MT, filtri sinusoidali e RFI, interruttori e protezioni AC, interruttori e protezioni DC, ecc.
- **Sottosistema di controllo:** Sarà composta da diversi sistemi, ad esempio: il sistema di controllo integrato (SCI) di impianto, che assicurerà il corretto funzionamento di ogni assemblato batterie azionato da PCS e il sistema centrale di controllo integrato (SCCI) che riporterà allarmi e segnali di warning dell'impianto BESS nella sala di controllo principale della centrale. Nello specifico saranno raggruppati nei seguenti sottogruppi:
 - **Battery Management System:** Il *BMS* è un sistema per la gestione locale e il controllo del modulo batteria e dei suoi componenti; il *BMS* controlla i dispositivi e i sistemi di protezione e sicurezza, i dispositivi di controllo, monitoraggio e diagnostica e i servizi ausiliari.
 - **Energy Management System:** Il sistema di controllo dell'energia (*EMS*) è composto tipicamente da PC industriali collegati al sistema tramite architettura ridondante; il quale gestisce l'intero sistema di accumulo, la gestione dell'energia e l'ottimizzazione della rete e tutte le comunicazioni con gli operatori di livello superiore.
 - **Protezione e ausiliari:** apparecchiature destinate a svolgere particolari funzioni aggiuntive allo stoccaggio o all'estrazione dell'energia elettrica, ad esempio: sistemi

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 44</p>

di protezione e di controllo, servizi ausiliari (condizionamento, ventilazione, interfacce, UPS, ecc.), circuito di distribuzione dell'energia, ecc.

Tutti i componenti dell'impianto saranno progettati e installati tenendo conto delle condizioni ambientali del sito di installazione e delle caratteristiche di potenza e tensione. A titolo esemplificativo, ma non esaustivo, saranno presenti le seguenti apparecchiature: quadri elettrici in BT e MT, trasformatori ausiliari, trasformatore di isolamento, trasformatore elevatore MT/AT, ecc.

La configurazione del *BESS*, in termini di numero di PCS e di numero di moduli batteria, sarà effettuata in funzione delle scelte progettuali che verranno condivise con il fornitore del sistema, così come il numero di PCS che saranno connessi al quadro MT. Nei seguenti capitoli saranno descritti i sottosistemi del *BESS* in maggiore dettaglio.

Il sottosistema batteria che si intende utilizzare in questo progetto è il sistema di energia storage "**DC Link 2.8**" del produttore **LG Energy Solution**.

In particolare, il sottosistema batteria sarà dotato di:

- **Battery Container pre-assemblati (B-link):** all'interno dei quali sono pre- assemblati i pacchi batterie modello JH4-4P (potenza 715 kW_{dc} - capacità di 2.86 MWh);
- **Interface Cabinet (E-link):** il quale permette l'interfaccia di alimentazione e comunicazione tra batterie e PCS;
- **Fire Safety Package (FSP):** Involucro che contiene sia il pannello antincendio che il serbatoio di acqua di stoccaggio per l'iniezione di acqua a secco del sistema (UL9540A);
- **Water Injection System (WIS):** Sistema di iniezione acqua per condizionamento e raffreddamento.

Una configurazione tipo è mostrata nella figura in seguito:

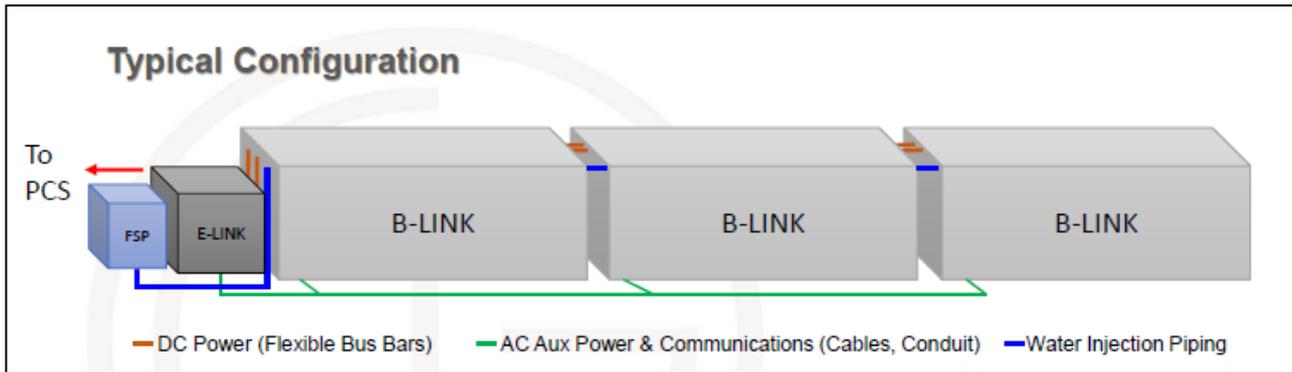


Figura 16 - Architettura generale del sistema DC link 2.8

Ogni E-link e FSP può supportare fino a n°3 B- Links. Nella nostra installazione avremo, per ogni unità di sistema *Storage*, un totale n° 3 B-Link, n° 1 Mini – Link (potenza ca 358 kW_{dc}), n° 2 E-Link e n° 2 WIS e FSP come mostrato in figura.

Un Mini Link sistema di accumulo di minore potenza (ca 358 kW_{dc}) sarà associato a ciascuna *BESS* in modo da poter garantire un aumento di energia.

Nella progettazione sono previsti in totale n° 80 Mini-Links e n° 240 B-Links (container batterie) con capacità rispettivamente di 1,430 mWh e 2,860 MWh ognuno e n° 160 E- Links. Ogni *BESS* sarà connessa ad una MV Power Station 2500-20 con annesso inverter SCS 2500 EV di potenza nominale pari a 2500 KVA per un totale di n° 80 PS.

In sintesi si avrà la situazione riportata nella seguente tabella:

Power Station	P _{ac} nom	N° PS	P _{ac} tot.	Configurazione
MVPS 2500 - 20	2.500 kVA	80	200 MVA	3 B-link + 1Mini link

Poiché ogni B-link ha una P_{dc} nominale pari a 715 kW mentre una Mini-link ha una potenza DC pari a circa 358 kW si avrà, per ogni configurazione, una potenza DC in ingresso pari a:

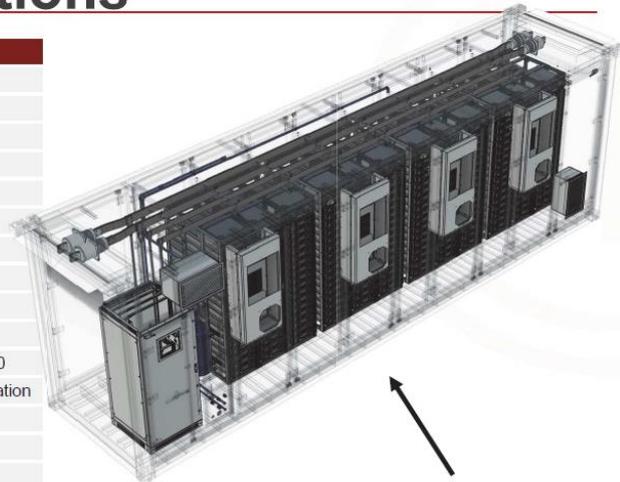
$$3 \times 715 \text{ kW}_{dc} + 358 \text{ kW}_{dc} = 2.502,5 \text{ kW}_{dc}$$

Il sottosistema batteria sarà dotato di un BMS le cui funzioni sono monitorare,

proteggere e mantenere la sicurezza e il funzionamento ottimale dei moduli batterie.

Technical Specifications

B-LINK	
Battery	
Cell Type	LG JH4, 3.67 V / 72.5 Ah
Configuration	336S32P
Nominal power	715 kW (DC)
Nominal energy	2860 kWh (DC)
DC Voltage range	1008V - 1395V
Max CP-rate	0.25
Discharge duration	4 hours+
Auxiliary peak load	~13 kW (208 Vac 3-phase)
Safety	
Fire suppression	Water injection system (WIS), FM200
Explosion mitigation	Combustible gas detection, Active ventilation
Seismic rating	SDS 1.0 (Zone 4 compliant)
General	
Dimensions (L x W x H)	8720 mm x 2050 mm x 2896 mm (323 inch x 81 inch x 114 inch)
Weight	23,097 kg (50,920 lb)
Thermal management	Packaged air-cooled HVAC
Degree of protection	IP54
Operating temperature	-20 C to 50 C (-4 F to 122 F)
Relative humidity	0% to 100%
Communication protocol	Modbus, CAN
Certificates	UL9540, UL9540A, UL1642, UL1973



JH4-4P 24-pack

4 such blocks are present in each B-LINK



 LG Energy Solution

Figura 17 - Dati tecnici del sistema DC link 2.8

MV POWER STATION
2200 / 2475 / 2500 / 2750 / 3000

Dati tecnici	MV Power Station 2200
Ingresso (CC)	1 x SC 2200 a 1 x SC5 2200
Inverter selezionabili	1100 V
Tensione di ingresso massima	3960 A
Corrente d'ingresso max	24 [usabili su entrambi i poli] / 32 [usabili su polo singolo]
Numero ingressi CC	o
Zone Monitoring integrato	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A
Taglie di fusibili disponibili (per ciascun ingresso)	o
Uscto (CA) lato di media tensione	o
Potenza standard a 1000 m e $\cos \varphi = 1$ (a 35 °C / 40 °C / 45 °C) ¹⁾	2200 kVA / 2000 kVA / 0 kVA
Potenza opzionale a 1000 m e $\cos \varphi = 1$ (a 35 °C / 50 °C / 55 °C) ¹⁾	2200 kVA / 2000 kVA / 0 kVA
Tensioni tipiche nominali CA	6,6 kV a 35 kV
Frequenza di rete CA	50 Hz / 60 Hz
Gruppo vettoriale del trasformatore Dy11 / YNd11	● / o
Tipo di raffreddamento del trasformatore (ONAN / KNAN) ²⁾	● / o
Massima corrente di uscita a 33 kV	39 A
Perdite standard a vuoto del trasformatore / EcoDesign a 33 kV	2,3 kW / 1,74 kW
Perdite standard di corto circuito del trasformatore / EcoDesign a 33 kV	21,0 kW / 20,7 kW
Massimo THD	< 3%
Immissione di potenza reattiva	o fino al 60% della potenza CA
Fattore di potenza alla potenza nominale / Fattore di sfasamento regolabile	1 / 0,8 induttivo a 0,8 capacitivo
Efficienza inverter	98,0 %
Grado di rendimento massimo ³⁾	98,4 %
Efficienza europea ⁴⁾	98,0 %
Efficienza CEC ⁵⁾	o
Dispositivi di protezione	Sezionatore di carico CC
Dispositivo di disinserzione lato ingresso	Interruttore a vuoto MT
Dispositivo di sgancio lato uscita	Scaricatore di sovratensioni tipo I
Protezione contro sovratensioni CC	●
Separazione galvanica	IAC A 20 kA 1 s
Resistenza ad urti elettrici verso quadri MT (ai sensi IEC 62271-202)	o
Dati generali	6058 mm / 2591 mm / 2438 mm
Dimensioni del container da 20 piedi senza contenitore di raccolta olio integrato (L / A / P) ⁶⁾	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm
Dimensioni del container da 20 piedi con contenitore di raccolta olio integrato (L / A / P) ⁶⁾	< 16 t
Peso	< 8,1 kW / < 1,8 kW / < 2,0 kW
Autoc consumo (max / carico parziale / medio) ⁷⁾	< 300 W
Grado di protezione secondo IEC 60529	Vani quadri IP23D, elettronica inverter IP65
Ambiente Standard / Clima ambiente altro / Robustezza	● / o / o
Grado di protezione secondo IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2, 4C2, 4S2, 4C4, 4S4)	● / o / o
Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa	15% a 95%
Altitudine operativa max. s.l.m 1000 m / 2000 m / 3000 m / 4000 m	● / o / o / o (de-rating in temperatura anticipata)
Fabbisogno d'aria fresca inverter e trasformatore	6500 m³/h
Dotazioni	Capicorda
Collegamento CC	Connettore angolare canonico esterno
Collegamento CA	● / o
Tap changer per trasformatore di media tensione: senza / con	● / o
Avvolgimento di schermatura per trasformatore MT: senza / con	o
Pacchetto di comunicazione	o
Calore involucro cabina	RAL 7004
Trasformatore per autoconsumo ed utilizzatori esterni: senza / 20 kVA / 30 kVA	● / o / o
Quadri di distribuzione in media tensione: senza / 2 compi / 3 compi	● / o / o
1 o 2 feeders con sezionatore di carico, 1 feeders trasformatore con interruttore di potenza, resistenza ad arco elettrico interno IACA R 20 kA 1 s secondo IEC 62271-200	● / o / o / o
Accessori dei quadri di distribuzione in media tensione: senza / contatti ausiliari / motore per feeder trasformatore / collegamento a cascata / monitoraggio	● / o / o / o / o
Contenitore di raccolta olio: senza / con (integrato)	● / o
Standard (per ulteriori standard si veda la scheda tecnica dell'inverter)	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 40076, CSC - certificato, EN 50588-1
● Dotazione di serie o Opzionale - Non disponibile	o
Denominazione del tipo	MVPS-2200-20

- 1) Dati riferiti all'inverter
- 2) ONAN = olio minerale con raffreddamento ad aria naturale, KNAN = olio organico con raffreddamento ad aria naturale
- 3) Efficienza misurata sull'inverter senza autoalimentazione
- 4) Efficienza misurata sull'inverter con autoalimentazione
- 5) Dimensioni di trasporto

MV Power Station 2475	MV Power Station 2500	MV Power Station 2750	MV Power Station 3000
1 x SC 2475 a 1 x SC5 2475	1 x SC 2500EV a 1 x SC5 2500EV	1 x SC 2750EV a 1 x SC5 2750EV	1 x SC 3000EV a 1 x SC5 3000EV
1100 V	1500 V	1500 V	1500 V
3960 A	3200 A	3200 A	3200 A
o	24 [usabili su entrambi i poli] / 32 [usabili su polo singolo]	o	o
o	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	o	o
2475 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2500 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2750 kVA / 2500 kVA / 0 kVA	3000 kVA / 2700 kVA / 0 kVA
2475 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2500 kVA / 2250 kVA / 0 kVA	2750 kVA / 2500 kVA / 0 kVA	3000 kVA / 2700 kVA / 0 kVA
6,6 kV a 35 kV	6,6 kV a 35 kV	6,6 kV a 35 kV	6,6 kV a 35 kV
50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
● / o	● / o	● / o	● / o
● / o	● / o	● / o	● / o
43 A	44 A	49 A	53 A
2,5 kW / 1,92 kW	2,5 kW / 1,92 kW	2,8 kW / 2,1 kW	3,0 kW / 2,3 kW
23,2 kW / 23,0 kW	23,2 kW / 23,0 kW	25,5 kW / 25,3 kW	27,4 kW / 27,3 kW
< 3%	< 3%	< 3%	< 3%
o fino al 60% della potenza CA	o fino al 60% della potenza CA	o fino al 60% della potenza CA	o fino al 60% della potenza CA
1 / 0,8 induttivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 induttivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 induttivo a 0,8 capacitivo	1 / 0,8 induttivo a 0,8 capacitivo
98,0 %	98,0 %	98,7 %	98,8 %
98,4 %	98,3 %	98,6 %	98,6 %
98,0 %	98,0 %	98,5 %	98,5 %
Sezionatore di carico CC	Sezionatore di carico CC	Sezionatore di carico CC	Sezionatore di carico CC
Interruttore a vuoto MT	Interruttore a vuoto MT	Interruttore a vuoto MT	Interruttore a vuoto MT
Scaricatore di sovratensioni tipo I	Scaricatore di sovratensioni tipo I	Scaricatore di sovratensioni tipo I	Scaricatore di sovratensioni tipo I
●	●	●	●
IAC A 20 kA 1 s	IAC A 20 kA 1 s	IAC A 20 kA 1 s	IAC A 20 kA 1 s
6058 mm / 2591 mm / 2438 mm	6058 mm / 2591 mm / 2438 mm	6058 mm / 2591 mm / 2438 mm	6058 mm / 2591 mm / 2438 mm
6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm
< 16 t	< 16 t	< 16 t	< 16 t
< 8,1 kW / < 1,8 kW / < 2,0 kW	< 8,1 kW / < 1,8 kW / < 2,0 kW	< 8,1 kW / < 1,8 kW / < 2,0 kW	< 8,1 kW / < 1,8 kW / < 2,0 kW
< 300 W	< 370 W	< 370 W	< 370 W
● / o / o	Non quadri IP23D, elettronica inverter IP65	● / o / o	● / o / o
● / o / o	● / o / o	● / o / o	● / o / o
15% a 95%	15% a 95%	15% a 95%	15% a 95%
● / o / o / o (de-rating in temperatura anticipata)	● / o / o / o (de-rating in temperatura anticipata)	● / o / o / o (de-rating in temperatura anticipata)	● / o / o / o (de-rating in temperatura anticipata)
6500 m³/h	6500 m³/h	6500 m³/h	6500 m³/h
Capicorda	Capicorda	Capicorda	Capicorda
Connettore angolare canonico esterno	Connettore angolare canonico esterno	Connettore angolare canonico esterno	Connettore angolare canonico esterno
● / o	● / o	● / o	● / o
● / o	● / o	● / o	● / o
o	o	o	o
o	o	o	o
RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004	RAL 7004
● / o / o	● / o / o	● / o / o	● / o / o
● / o / o	● / o / o	● / o / o	● / o / o
● / o / o / o / o	● / o / o / o / o	● / o / o / o / o	● / o / o / o / o
● / o	● / o	● / o	● / o
IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 40076, CSC - certificato, EN 50588-1	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, CSC - certificato, EN 50588-1	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, CSC - certificato, EN 50588-1	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, CSC - certificato, EN 50588-1
o	o	o	o
MVPS-2475-20	MVPS-2500-20	MVPS-2750-20	MVPS-3000-20

Figura 18 - Dati tecnici del sistema MVPS 2500 - 20

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>	  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>	<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 48</p>

6. COMPENSAZIONE DELLA POTENZA REATTIVA

La compensazione della potenza reattiva può essere effettuata prevedendo l'installazione di un gruppo di compensazione all'interno della:

- torre dell'aerogeneratore all'uscita del trasformatore (quindi in AT);
- sottostazione di consegna *onshore*.

Ciò rende la rete più efficiente sia dal punto di vista elettrico (si ha maggiore produzione della potenza attiva, regolazione della tensione, eliminazione delle terze e quinte armoniche e riduzioni delle fluttuazioni della tensione) che dal punto di vista funzionale. La quantità di potenza reattiva generata tende a caricare maggiormente la linea in cavo, riducendo la componente di corrente attiva trasmissibile.

Sarà realizzato un sistema specifico per l'applicazione che combina le capacità:

- di ridurre le armoniche nella corrente di linea,
- regolare la tensione di alimentazione,
- regolare in diminuzione la potenza reattiva immessa nella rete di distribuzione.

7. CAMPI ELETTROMAGNETICI GENERATI DAI CAVI

L'analisi delle emissioni elettromagnetiche generate dagli elettrodotti di collegamento del parco eolico *offshore* dovrà essere effettuata considerando:

- posa dell'elettrodotto marino in AT sul fondale e protezione con materiali compatibili con le caratteristiche locali del fondale;
- posa dell'elettrodotto terrestre in AT mediante interrimento a un'adeguata profondità.

L'emissione elettromagnetica imputabile al cavo marino potrebbe essere, per le caratteristiche fisiche di arrangiamento dei conduttori elettrici all'interno del corpo del cavo, assai limitata. Per esempio, la disposizione a trifoglio con cordatura elicoidale determina infatti l'annullamento della risultante di campo nel dominio del cavo e il suo rapido decadimento all'esterno dello

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 49

stesso cosicché, l'obiettivo di qualità di 3 μ T, sia già raggiunto entro un metro di distanza dal cavo.

Tali prescrizioni sono al fine della protezione della popolazione dall'esposizione ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati da linee e cabine elettriche che il DPCM 8 luglio 2003 (artt. 3 e 4) fissa, in conformità alla Legge 36/2001 (art 4, c. 2):

✓ I limiti di esposizione del campo elettrico (5 kV/m) e del campo magnetico (100 μ T) come valori efficaci, per la protezione da possibili effetti a breve termine;

✓ Il valore di attenzione (10 μ T) e l'obiettivo di qualità (3 μ T) del campo magnetico da intendersi come mediana nelle 24 ore in normali condizioni di esercizio, per la protezione da possibili effetti a lungo termine connessi all'esposizione nelle aree di gioco per l'infanzia, in ambienti abitativi, in ambienti scolastici e nei luoghi adibiti a permanenze non inferiore a 4 ore giornaliere (luoghi tutelati). Tali luoghi non dovranno risultare posizionati all'interno della DPA.

La metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto degli elettrodotti prevede una procedura semplificata di valutazione con l'introduzione della DPA nel rispetto dell'obiettivo di qualità di 3 μ T del campo magnetico e si calcola:

$$DPA=0,40942 \cdot D^{(0,5241)} \cdot \sqrt{I} \text{ m}$$

Dove:

- D = diametro dei cavi (m);
- I = corrente nominale (A).

L'emissione elettromagnetica imputabile al cavo marino è, per le caratteristiche fisiche di arrangemento dei conduttori elettrici all'interno del corpo del cavo, assai limitata. La potenziale disposizione a trifoglio con cordatura elicoidale determina infatti l'annullamento della risultante di campo nel dominio del cavo e il suo rapido decadimento all'esterno dello stesso cosicché, l'obiettivo di qualità di 3 μ T, è già raggiunto entro 1 m di distanza dal cavo. Per quanto concerne

	<p>PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"</p>		  		
	<p>RELAZIONE ELETTRICA</p>		<p>20/09/2022</p>	<p>REV.1</p>	<p>Pag. 50</p>

invece il calcolo preliminare dell'emissione magnetica imputabile alla linea terrestre, la stima è stata effettuata utilizzando la formula sopra presentata, portando a una DPA pari a circa 4 m.

Si vuole effettuare ora una valutazione di carattere generale della DPA relativa alla Stazione di Sezionamento. Si considererà, in prima approssimazione, le DPA generate da una configurazione in semplice linea a 220 kV così come riportato nella seguente tabella:

Tipologia di linea	Tensione (kV)	Dpa media (m)	Dpa intervallo (m)
Singola linea	380	47	38 - 53
Singola linea	220	28	27 - 29
Doppia linea	132	31	22 - 38
Singola linea TERNA	132	20	16 - 28
Singola linea TERNA (ex RFI)	132	17	17 - 19

Tabella 3 - DPA medie statistiche sviluppate da ARPA FVG

Si può considerare perciò, in prima approssimazione, una DPA pari a 28 m per una singola linea; nel nostro sistema si ha però un doppio parallelismo tra 3 linee a 220 kV. Si rientra perciò nella situazione di caso complesso e si farà affidamento a quanto riportato dal Supplemento ordinario alla "Gazzetta Ufficiale, n. 156 del 5 luglio 2008 - Serie generale - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti.", nello specifico a quanto riportato nelle parti 5.1.4 e 5.1.4.1 – Caso A – due linee parallele a 220 kV.

	PARCO EOLICO OFFSHORE "POZZALLO"		  		
	RELAZIONE ELETTRICA		20/09/2022	REV.1	Pag. 51

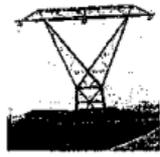
PARAMETRIZZAZIONE CASO A: (380 o 220 kV - 380 o 220 kV)			
CORRENTI: 650 ÷ 2955 A			
Fascia 380 kV (I maggiore)		Fascia 380 kV (I ≤ dell'altra)	
			
Esterna	Interna	Interna	Esterna
Un conduttore per fase		Un conduttore per fase	
12 % Per distanze interasse fino a 80 m	16 % Per distanze interasse fino a 140m	16 % Per distanze interasse fino a 140m	12 % Per distanze interasse fino a 80 m

Tabella 4 - Estratto della Gazzetta Ufficiale, n. 156 del 5 luglio 2008 - Serie generale - Approvazione della metodologia di calcolo per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti

Va quindi considerato un incremento della DPA esterna alle linee par al 12% del valore iniziale stimato e cioè un + 4 m (valore approssimato per eccesso). Considerando la presenza di una terza linea in parallelo si ritiene opportuno raddoppiare questo valore (+8 m) portando una DPA preliminare pari a 36 m. Il valore stimato è molto minore delle distanze che separano la stazione di sezionamento dalle aree a più probabile presenza umana per un valore di tempo superiore alle 4 ore continuative pari a ca 100 m.

Si evidenzia infine che le fasce di rispetto (comprese le correlate DPA) non sono applicabili ai luoghi tutelati esistenti in vicinanza di elettrodotti esistenti. In tali casi, l'unico vincolo legale è quello del non superamento del valore di attenzione del campo magnetico (10 μ T da intendersi come mediana dei valori nell'arco delle 24 ore nelle normali condizioni di esercizio); solo ove tale valore risulti superato, si applicheranno le disposizioni dell'art. 9 della Legge 36/2001.