

REGIONE SICILIA

Libero Consorzio Comunale di Trapani
COMUNI DI TRAPANI, SALEMI, MISILISCEMI E MARSALA

PROGETTO

INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI"



PROGETTO DEFINITIVO

COMMITTENTE

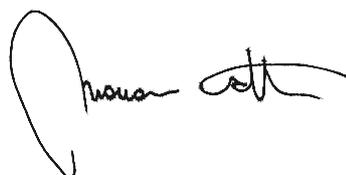


ENGIE Rinnovabili S.p.A.
Viale Giorgio Ribotta, 31
00144 Roma

PROGETTISTA



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



OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE ELETTRICA

REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APROVATO
0	Dicembre 2022	PRIMA EMISSIONE	VF	VF	MG

CODICE PROGETTISTA	DATA	SCALA	FORMATO	FOGLIO	CODICE COMMITTENTE				
					IMP.	DISC.	TIPO DOC.	PROGR.	REV.
RST-PD-R0009_R0	Dicembre 2022	-	A4	1di53					

NOME FILE: RST-PD-R0009_Relazione elettrica.dwg

ENGIE Rinnovabili S.p.A. si riserva tutti i diritti su questo documento che non può essere riprodotto neppure parzialmente senza la sua autorizzazione scritta.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	2

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
2.1.	NORMATIVA DI CARATTERE GENERALE.....	5
2.2.	NORMATIVA IMPIANTI EOLICI	5
2.3.	NORMATIVA STAZIONI ELETTRICHE AT/MT.....	6
2.4.	NORMATIVA CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	8
3.	DESCRIZIONE DEL PROGETTO	9
3.1.	GENERALITÀ.....	9
3.2.	RIFERIMENTI CARTOGRAFICI	9
3.3.	SINTESI DEL PROGETTO	13
3.4.	AEROGENERATORI	14
4.	CAVIDOTTI	17
4.1.	SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE.....	18
4.2.	LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO	21
5.	DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT	24
5.1.	CALCOLO DELLE CADUTE DI TENSIONE	24
5.2.	CALCOLO DELLE PORTATE	24
5.3.	DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO	25
5.4.	TEMPERATURA DEL TERRENO	25
5.5.	NUMERO DI TERNE PER SCAVO	26
5.6.	POSA DIRETTAMENTE INTERRATA	27
5.7.	PROFONDITÀ DI POSA	27
5.8.	RESISTIVITÀ TERMICA DEL TERRENO	28
5.9.	TABULATI DI CALCOLO.....	28
6.	ANALISI DEL RISCHIO DI ELETTROCUZIONE	30
6.1.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI	30
6.2.	MISURE DI PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI.....	31
6.3.	PROTEZIONI CONTRO LE FULMINAZIONI DIRETTE.....	32
7.	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT MISILISCEMI-FULGATORE	33
7.1.	UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO	33
7.2.	SISTEMA DI CONNESSIONA ALLA RETE RTN	33
7.3.	DESCRIZIONE STATO ATTUALE	35
7.4.	DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE	35
7.5.	SERVIZI AUSILIARI.....	37
7.6.	RETE DI TERRA	38
7.7.	PRINCIPALI APPARECCHIATURE DELLA STAZIONE	38
8.	STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT MAZARA-ENGIE-PARCO SALEMI	42
8.1.	UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO	42
8.2.	SISTEMA DI CONNESSIONA ALLA RETE RTN	42
8.3.	DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE	44
8.4.	SERVIZI AUSILIARI.....	46
8.5.	RETE DI TERRA	46
8.6.	EDIFICIO SSE.....	47
8.7.	OPERE CIVILI	48
8.8.	PRINCIPALI APPARECCHIATURE IN PROGETTO	49
9.	CAMPI ELETTROMAGNETICI E FASCE DI RISPETTO	52
10.	MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RTN	53

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	3

1. PREMESSA

La società Engie Rinnovabili Spa è proprietaria del parco eolico denominato "*Salemi Trapani*" avente una potenza complessiva di 66,25 MW. La società Hydro Engineering s.s. è stata incaricata di redigere il progetto definitivo relativo all'integrale ricostruzione dell'esistente impianto eolico.

L'impianto eolico oggi in esercizio trova la propria ubicazione nei territori dei Comuni di Salemi, Trapani e Misiliscemi (quest'ultimo istituito nel febbraio del 2021) facenti parte del Libero consorzio comunale di Trapani, ed è costituito da n. 36 aerogeneratori di fornitura Vestas Italia S.r.l., di cui:

- ✓ n. 31 della tipologia V90, in grado di produrre una potenza nominale di 2,00 MW,
- ✓ n. 5 della tipologia V52 capaci di sviluppare una potenza nominale di 0,85 MW;

la potenza complessiva del Parco esistente ammonta, quindi, a 66,25 MW. L'energia prodotta viene convogliata, attraverso apposito elettrodotto interrato in MT a 30 kV, presso la Sotto-Stazione Elettrica di Utente, SSEU, 30/150 kV, ubicata, oggi, in territorio del Comune di Misiliscemi (all'epoca della realizzazione del Parco, la SSEU ricadeva in territorio del Comune di Trapani, Frazione di Fulgatore e per questo motivo era stata denominata SSEU di Fulgatore). L'impianto è entrato in esercizio il 23 novembre del 2009.

Il progetto di integrale ricostruzione consiste nello smantellamento degli aerogeneratori esistenti e nella installazione di n. 18 aerogeneratori, di potenza pari a **7,2 MW** per una potenza complessiva di nuova installazione di **129,6 MW**, di cui:

- ✓ Parco Salemi - n. 10 aerogeneratori saranno serviti da un nuovo elettrodotto interrato in MT da 30 kV, che convoglierà l'energia prodotta presso una nuova SSEU 30/150 kV che sarà realizzata nei pressi della Stazione Elettrica Terna denominata "Partanna 2" (questa nuova SSEU sarà realizzata nel territorio del Comune di Marsala);
- ✓ Parco Trapani - n. 8 aerogeneratori saranno serviti da un nuovo elettrodotto interrato in MT da 30 kV che vettorierà l'energia prodotta presso la esistente SSEU 30/150 kV di Misiliscemi (ex Fulgatore) che non subirà alcun ampliamento.

Completano il progetto di integrale ricostruzione le seguenti opere:

- ✓ ripristino come ante operam di viabilità e piazzole non più necessarie;
- ✓ realizzazione di nuove viabilità e piazzole a servizio dei nuovi aerogeneratori;
- ✓ adeguamenti di viabilità e piazzole esistenti a servizio dei nuovi aerogeneratori.

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede che il parco eolico di Salemi venga collegato in antenna a 220 kV con la stazione elettrica (SE) a 220 kV della RTN "Partanna 2", inserita in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore - Partanna", previa:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	4

- ✓ realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione con la stazione 220/150 kV di Fulgatore, previo ampliamento della stessa;
- ✓ realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione a 220kV con la stazione 220 kV di Partanna, previo ampliamento della stessa.

Le suddette opere di rete sono riportate nella tavola RST-PD-D0067_R0.

Di seguito la relazione di calcolo elettrico e sulle infrastrutture elettriche.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	5

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

2.1. NORMATIVA DI CARATTERE GENERALE

- D.lgs. 387/2003
- D.lgs. 28/2011
- D.Lgs. 199/2021
- 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";

2.2. NORMATIVA IMPIANTI EOLICI

- 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;
- Norma CEI 11-3;V1: Impianti di produzione eolica;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	6

- 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.

2.3. NORMATIVA STAZIONI ELETTRICHE AT/MT

- Norma CEI 11-32: Impianti di produzione di energia elettrica collegati a reti di III categoria;
- 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 11-27 Lavori su impianti elettrici;
- Norma CEI EN 50110-1-2 Esercizio degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata;
- 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 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- Norma CEI 11-37: Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV;
- Norma CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI EN 60721-3-3 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60721-3-4 Classificazioni delle condizioni ambientali;
- Norma CEI EN 60068-3-3 Prove climatiche e meccaniche fondamentali Parte 3: Guida – Metodi di prova sismica per apparecchiature;
- Norma CEI 64-2 Impianti elettrici in luoghi con pericolo di esplosione;
- Norma CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI EN 62271-100 Interruttori a corrente alternata ad alta tensione;
- Norma CEI EN 62271-102 Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata per alta tensione;
- Norma CEI EN 61009-1 Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari;
- Norma CEI EN 60898-1 Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	7

- impianti domestici e similari;
- Norma CEI 33-2 Condensatori di accoppiamento e divisori capacitivi;
 - Norma CEI 36-12 Caratteristiche degli isolatori portanti per interno ed esterno destinati a sistemi con tensioni nominali superiori a 1000 V;
 - Norma CEI EN 60044-1 Trasformatori di corrente;
 - Norma CEI EN 60044-2 Trasformatori di tensione induttivi;
 - Norma CEI EN 60044-5 Trasformatori di tensione capacitivi;
 - Norma CEI 57-2 Bobine di sbarramento per sistemi a corrente alternata;
 - Norma CEI 57-3 Dispositivi di accoppiamento per impianti ad onde convogliate;
 - Norma CEI EN 60076-1 Trasformatori di potenza;
 - Norma CEI EN 60137 Isolatori passanti per tensioni alternate superiori a 1 kV;
 - Norma CEI EN 60099-4 Scaricatori ad ossido di zinco senza spinterometri per reti a corrente alternata;
 - Norma CEI EN 60099-5 Scaricatori – Raccomandazioni per la scelta e l'applicazione;
 - Norma CEI EN 60507 Prove di contaminazione artificiale degli isolatori per alta tensione in sistemi a corrente alternata;
 - Norma CEI EN 60694 Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione;
 - Norma CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
 - Norma CEI EN 60168 Prove di isolatori per interno ed esterno di ceramica e di vetro per impianti con tensione nominale superiore a 1000 V;
 - Norma CEI EN 60383-1 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 1 Isolatori in materiale ceramico o in vetro per sistemi in corrente alternata;
 - Norma CEI EN 60383-2 Isolatori per linee aeree con tensione nominale superiore a 1000 V – Parte 2 Catene di isolatori ed equipaggiamenti completi per reti in corrente alternata;
 - Norme CEI EN 61284 Linee aeree – Prescrizioni e prove per la morsetteria;
 - Norma CEI EN 61000-6-2 Immunità per gli ambienti industriali;
 - Norma CEI EN 61000-6-4 Emissione per gli ambienti industriali;
 - Norma CEI EN 61400 Sistemi di generazione a turbina eolica;
 - Norma CEI-UNEL 35027: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV - Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata;
 - Guida Terna INSIX1016 Criteri di coordinamento dell'isolamento nelle reti AT;
 - Guida Terna DRRPX04042 Criteri generali di protezione delle reti a tensione uguale o superiore a 120 kV;
 - Guida Terna DRRPX02003 Criteri di automazione delle stazioni elettriche a tensione uguale o superiore a 120 kV;
 - Guida Terna DRRPX03048 Specifica funzionale per sistema di monitoraggio delle reti elettriche

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	8

a tensione uguale o superiore a 120 kV.

2.4. NORMATIVA CAMPI ELETTROMAGNETICI

- DM del 29.5.2008, "Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti";
- Decreto del Presidente del Consiglio dei ministri 08/07/2003, "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti", G.U. 28 agosto 2003, n. 200;
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36, "Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici", G.U. 7 marzo 2001, n.55;
- Norma CEI 106-11 "Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8 luglio 2003 (Art. 6) – Parte 1: Linee elettriche aeree e in cavo";
- Norma CEI 211-4 "Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche";
- Norma CEI 211-6 "Guida per la misura e la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell'intervallo di frequenza 0 Hz – 10 kHz, con riferimento all'esposizione umana".
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo;

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	9

3. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

3.1. GENERALITÀ

Di seguito si riportano alcune informazioni relative al sito su cui sorgerà l'impianto eolico in oggetto insieme a una breve descrizione sintetica delle opere previste, rimandando ad altri capitoli e/o altre relazioni gli approfondimenti progettuali.

3.2. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

I nuovi aerogeneratori (in numero di diciotto) dell'impianto oggetto di integrale ricostruzione sono denominati con le sigle:

- R-SAL01, 02-04-07-09-010-12-14-16-22-29-30
- R-TP01-03-05-09-11-13

L'area presa in considerazione ricade, come detto, nel territorio dei Comuni di Trapani, Misiliscemi e Salemi e cartograficamente interessa le Tavole I.G.M.:

- Foglio n°248 III Quadrante SE Erice
- Foglio n°248 III Quadrante SO Trapani
- Foglio n°257 I Quadrante NO Ummari
- Foglio n° 257 I Quadrante SO Vita
- Foglio n° 257 II Quadrante NO Salemi
- Foglio n° 257 III Quadrante NE Baglio Chitarra
- Foglio n° 257 III Quadrante NO Paolini
- Foglio n° 257 IV Quadrante NE Dattilo.
- Foglio n°257 IV Quadrante SE Borgo Fazio
- Foglio n° 257 IV Quadrante SO Birgi Novo

Di seguito le coordinate assolute nel sistema UTM 33 WGS84 degli aerogeneratori appartenenti al parco di Salemi ed al parco di Trapani in cui si è suddiviso l'intervento di integrale ricostruzione dell'impianto di Salemi Trapani:

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	10

	WTG	E	N
PARCO SALEMI	R-SAL01	300998.10	4187834.80
	R-SAL02	300667.00	4187533.00
	R-SAL04	300145.90	4187323.20
	R-SAL07	298676.00	4187244.80
	R-SAL09	298077.50	4187089.20
	R-SAL10	297599.00	4186797.00
	R-SAL12	299897.00	4189064.00
	R-SAL14	299368.00	4188753.00
	R-SAL16	298042.00	4189109.00
	R-SAL22	297110.00	4188766.00

Tab. 1a Coordinate aerogeneratori nel sistema UTM 33 WGS84 del parco Salemi

	WTG	E	N
PARCO TRAPANI	R-SAL29	298460.00	4191355.00
	R-SAL30	297556.00	4193557.00
	R-TP01	296976.00	4193383.00
	R-TP03	296400.00	4192973.00
	R-TP05	295917.00	4192805.00
	R-TP09	293280.00	4191248.00
	R-TP11	292775.35	4190734.20
	R-TP13	292313.00	4190788.00

Tab. 1b Coordinate aerogeneratori nel sistema UTM 33 WGS84 del parco Trapani

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	11



Fig.4 - Ubicazione area di impianto da satellite

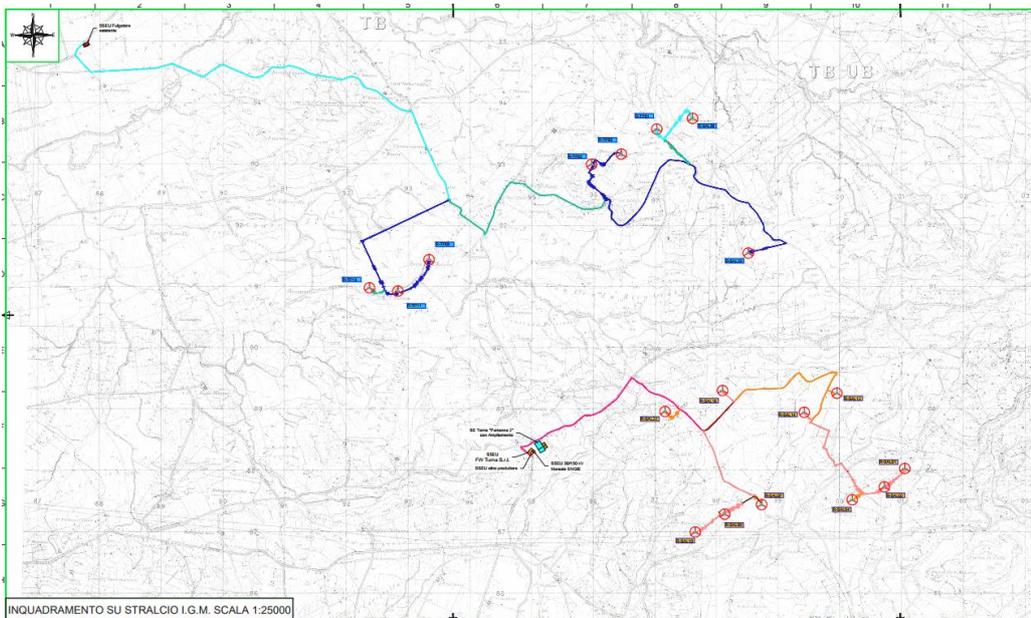


Fig.5- Inquadrimento impianto su IGM 1:25.000

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	12



Fig.6- Inquadramento impianto su CTR 1:10.000

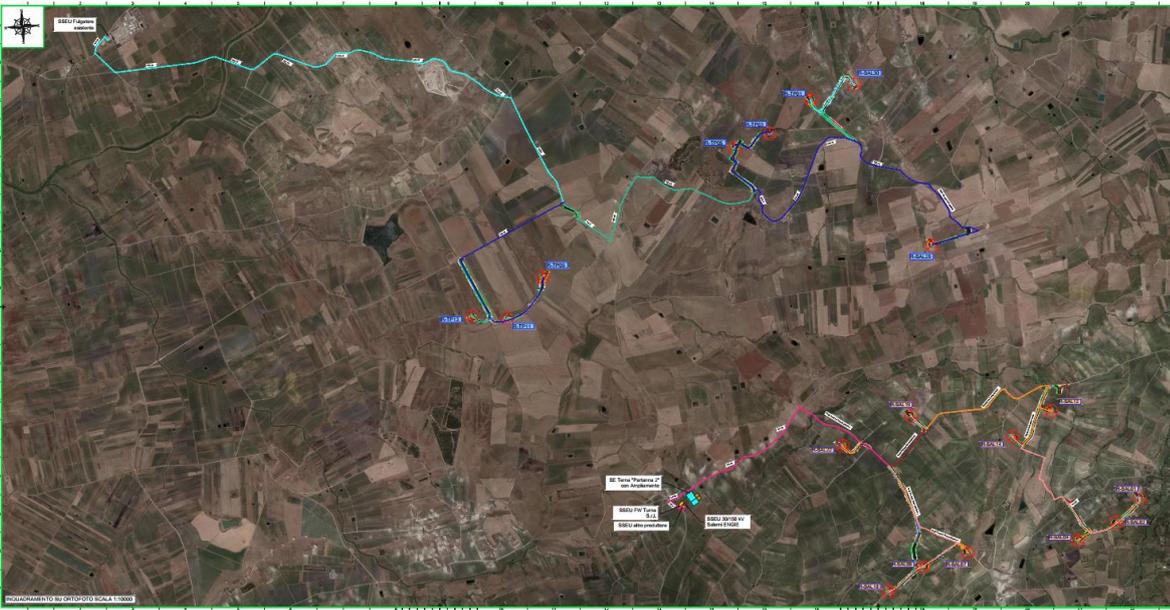


Fig.7- Inquadramento impianto su Ortofoto

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	13

3.3. SINTESI DEL PROGETTO

L'impianto eolico oggetto di integrale ricostruzione è composto da aerogeneratori indipendenti, opportunamente disposti e collegati in relazione all'ubicazione 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.

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° 18 aerogeneratori, ciascuno di potenza massima da 7,20 MW, corrispondenti ad una potenza installata massima di **129,6 MW**.

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

- dismissione delle 36 torri eoliche esistenti;
- opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento/ampliamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione della viabilità di servizio interna all'impianto;
- opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in cavidotti interrati tra i singoli aerogeneratori, tra gli aerogeneratori e la sottostazione di consegna esistente.

Il progetto prevede, oltre la realizzazione di tutte le opere elettriche del parco, anche la realizzazione di tutte le opere civili funzionali all'installazione e al corretto esercizio del parco e, in particolare:

- Opere di viabilità e piazzole;
- Opere idrauliche, poste a presidio e a salvaguardia di strade e piazzole;
- Opere di scavo e ripristino della trincea necessaria alla posa dei cavi di potenza in MT;
- Opere di fondazione e sostegno degli aerogeneratori.

Durante lo sviluppo del progetto si è avuta altresì l'occasione per valutare nuovi modelli di aerogeneratori idonei al sito, nel frattempo entrati in commercio o in procinto di uscita sul mercato in tempo utile per la fase di eventuale costruzione dell'impianto. L'evoluzione tecnologica nel settore è

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	14

infatti molto rapida, con la finalità di rendere il settore competitivo rispetto ad altre fonti di energia alternativa e convenzionale e con l'obiettivo della grid parity.

A valle delle considerazioni tecniche, sono state quindi aggiunte anche considerazioni economico-finanziarie comparando il costo onnicomprensivo stimato del progetto e gli utili futuri legati alla vendita di energia elettrica prodotta dal parco.

In fase di definizione di progetto esecutivo saranno aggiunte nello scopo di fornitura eventuali altre considerazioni di natura commerciale o bancaria per sigillare la scelta di questo modello tipo o per ricorrere, nel caso fosse necessario, a un modello di altro fornitore, ma di tipologia equivalente.

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.

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

- opere civili: comprendenti l'esecuzione dei plinti di fondazione delle macchine eoliche, la realizzazione delle piazzole degli aerogeneratori, l'adeguamento della rete viaria esistente nel sito e la realizzazione di alcuni brevi tratti di viabilità di servizio interna all'impianto;
- opere impiantistiche: comprendenti l'installazione degli aerogeneratori e l'esecuzione dei collegamenti elettrici in elettrodotti interrati tra i singoli aerogeneratori e tra gli aerogeneratori e la sottostazione utente di trasformazione e di consegna da realizzare.

3.4. AEROGENERATORI

L'aerogeneratore è una macchina che sfrutta l'energia cinetica posseduta del vento, per la produzione di energia elettrica, descritta graficamente nell'elaborato RST-PD-D0054_R0.

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 7,20 MW, le cui caratteristiche principali sono di seguito riportate:

- **rotore tripala a passo variabile**, di diametro di massimo 175,00 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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	15

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.

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

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

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

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

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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	16

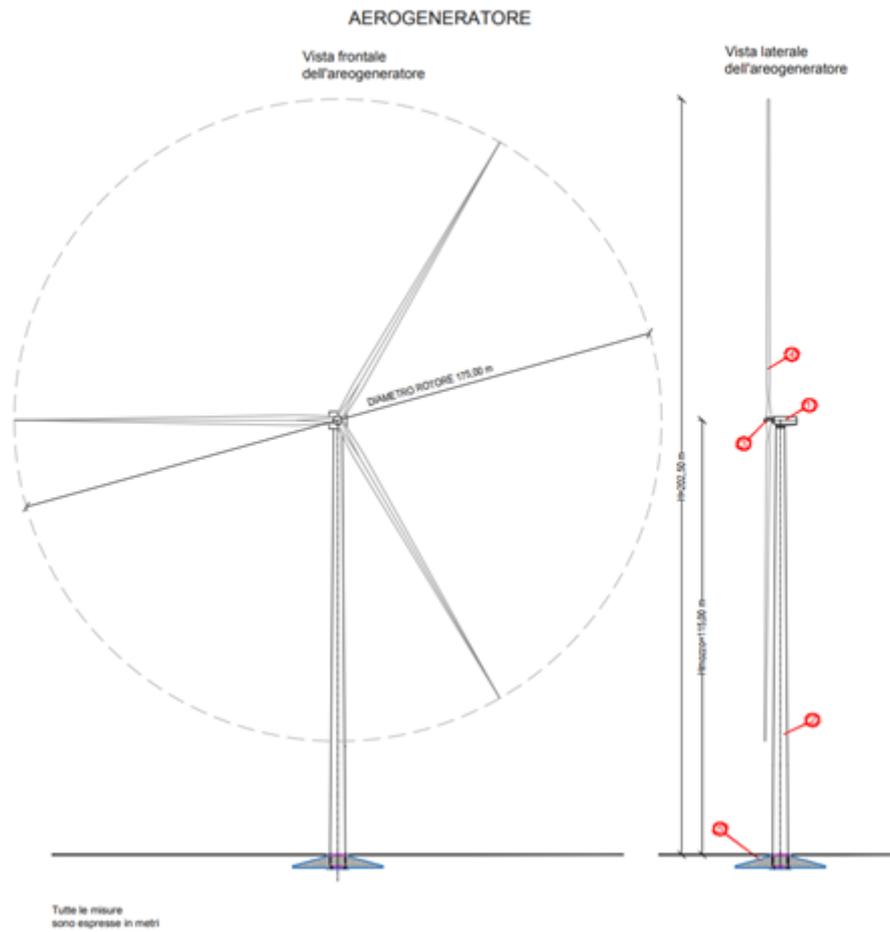


Fig.8 Schema tipo aerogeneratore avente altezza al mozzo pari a 115 m. e diametro rotore massimo di 175 m per un'altezza complessiva fino a 202,50 m

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	17

4. CAVIDOTTI

Il progetto di integrale ricostruzione consiste nello smantellamento degli aerogeneratori esistenti e nella installazione di n. 18 aerogeneratori, di potenza pari a 7,2 MW per una potenza complessiva di nuova installazione di 129,6 MW, di cui:

- Parco Salemi - n. 10 aerogeneratori saranno serviti da un nuovo elettrodotto interrato in MT da 30 kV, che convoglierà l'energia prodotta presso una nuova SSEU 30/150 kV che sarà realizzata nei pressi della Stazione Elettrica Terna denominata "Partanna 2" (questa nuova SSEU sarà realizzata nel territorio del Comune di Marsala);
- Parco Trapani - n. 8 aerogeneratori saranno serviti da un nuovo elettrodotto interrato in MT da 30 kV che vittorierà l'energia prodotta presso la esistente SSEU 30/150 kV di Misiliscemi (ex Fulgatore) che non subirà alcun ampliamento.

Dal punto di vista elettrico, gli aerogeneratori del Parco Salemi sono collegati fra di loro con due gruppi da 3 ed due gruppi da 2, costituendo così n. 4 distinti sottocampi. Gli aerogeneratori del Parco Trapani sono collegati fra di loro con un gruppo da 3 ed due gruppo da 2, costituendo così n. 3 distinti sottocampi, come di seguito meglio rappresentato.

	Sottocampo	Aerogeneratori	Potenza	Comune
PARCO SALEMI	LINEA S1	R-SAL01, R-SAL02 e R-SAL04-SSE	21,6 MW	Salemi
	LINEA S2	R-SAL10, R-SAL09 e R-SAL07-SSE	21,6 MW	Salemi
	LINEA S3	R-SAL14 e R-SAL12-SSE	14,4 MW	Salemi
	LINEA S4	R-SAL16 e R-SAL22-SSE	14,4 MW	Salemi
PARCO TRAPANI	LINEA T1	R-SAL29, R-SAL30 e R-TP01-SSE	21,6 MW	Salemi e Trapani
	LINEA T2	R-TP03 e R-TP05-SSE	14,4 MW	Trapani
	LINEA T3	R-TP09, R-TP11 e R-TP13-SSE	21,6 MW	Trapani

Tab.2

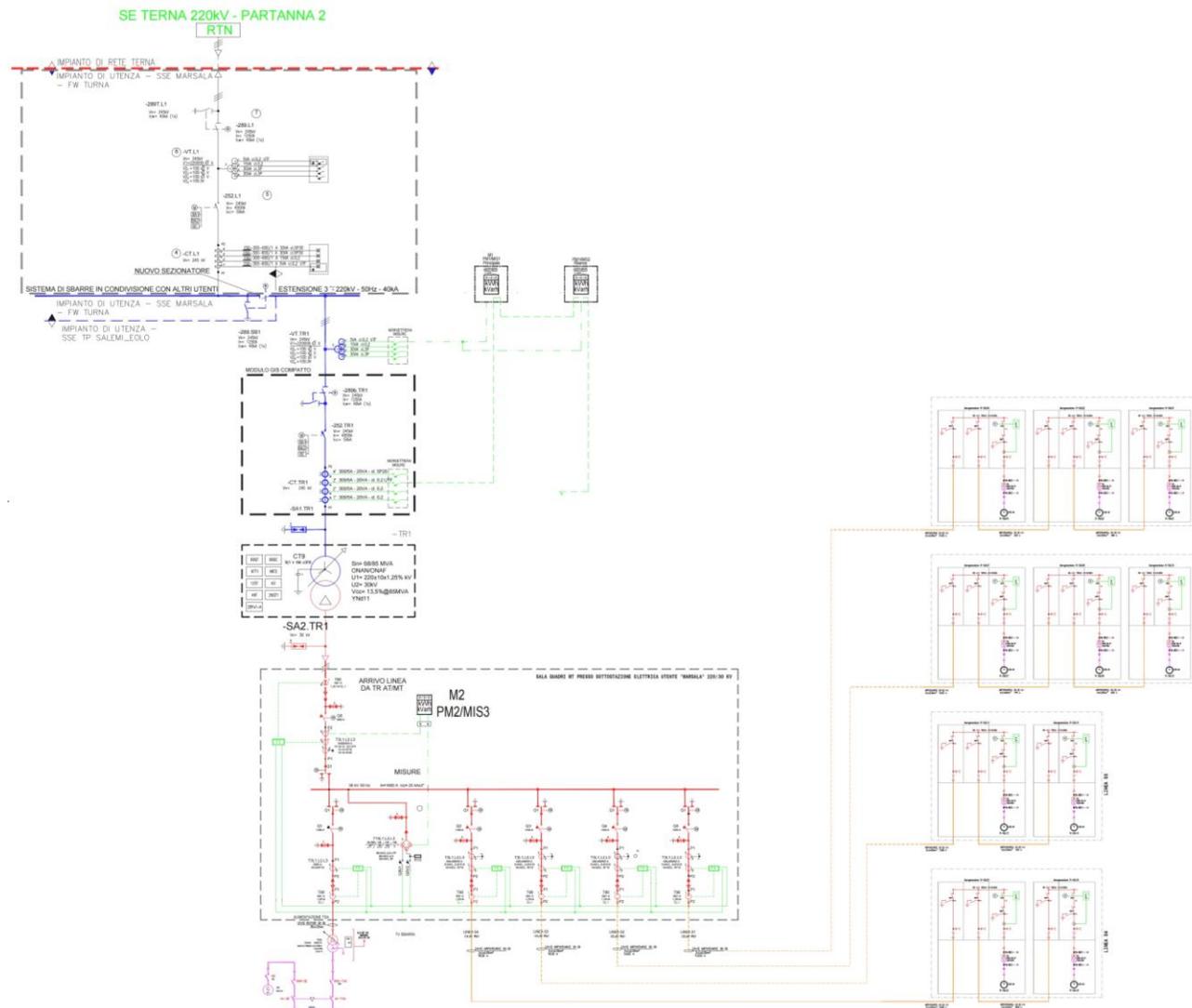
CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	18

4.1. SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE

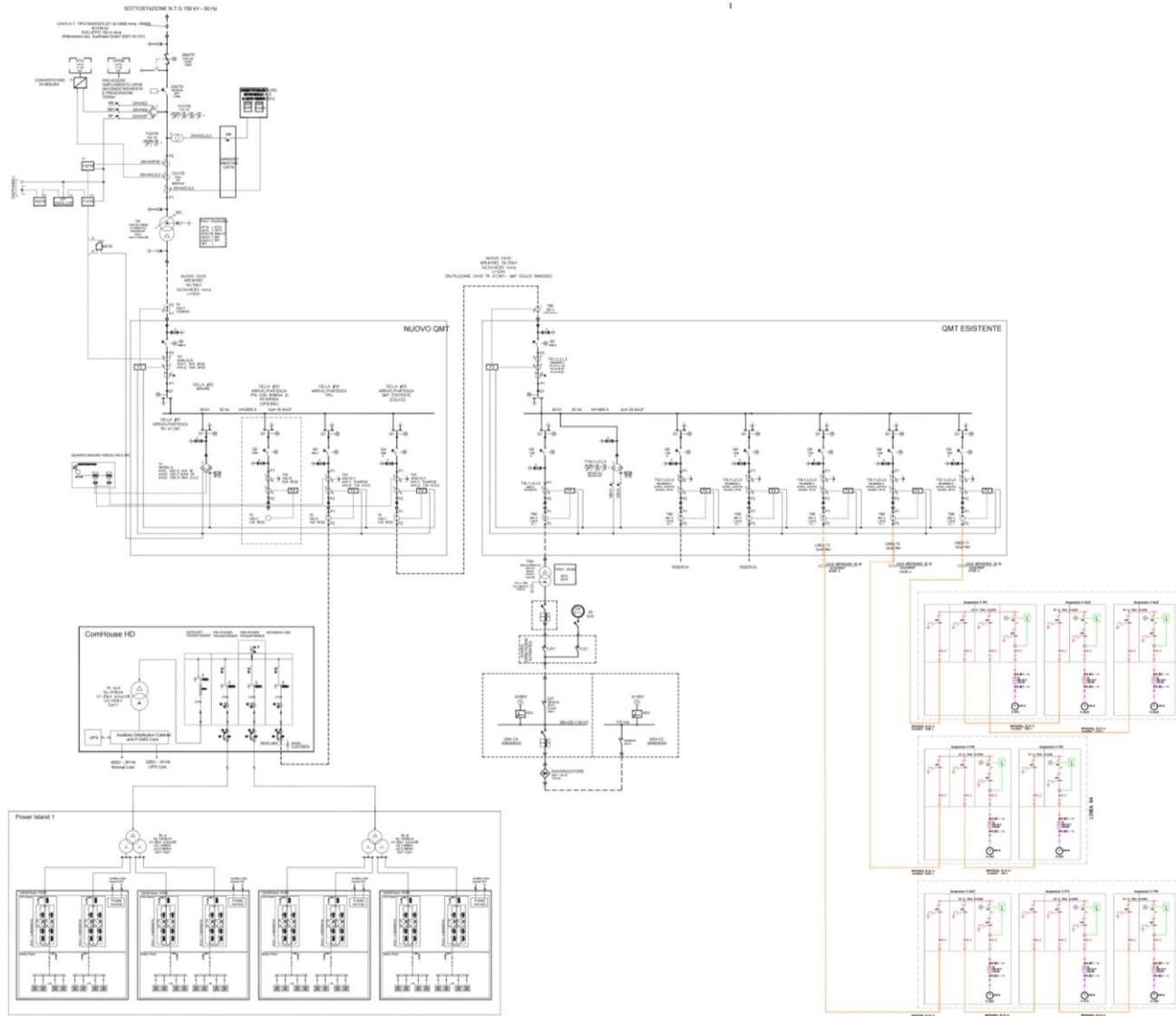
L'immagine di seguito riportata mostra lo schema elettrico del parco eolico, con evidenza dei sottocampi e delle linee di collegamento. Per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato RST-PD-D0053-R0



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	19



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	20



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	21

4.2. LINEE ELETTRICHE MT DI COLLEGAMENTO

Coerentemente con la suddivisione in sottocampi di cui al precedente paragrafo, l'intero sistema di raccolta dell'energia dagli aerogeneratori verso la Sottostazione Elettrica di Utente (SSEU) 150/30 kV è articolato su n.4 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sottocampo per il parco di Salemi in direzione della nuova Stazione Elettrica di Utente ubicata nei pressi della SE "Partanna 2 e n.3 distinte linee elettriche a 30 kV, una per ciascun sottocampo per il parco di Trapani in direzione della Stazione Elettrica di Utente esistente ubicata nei pressi della SE "Fulgatore".

Dall'aerogeneratore capofila di ciascun sottocampo, infatti, si diparte una linea elettrica di vettoriamento in cavo interrato MT 30 kV, di sezione pari a 120, 400 o 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 SSEU, saranno del tipo standard con schermo elettrico (c. § 5.2.1). Nella tabella che segue si riporta calcolo preliminare delle linee elettriche di collegamento da rivalutare in fase esecutiva.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	22

PARCO TRAPANI	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]
	LINEA T1	R-SAL29	R-TP01	3x1x120	3.715	7,2
		R-SAL30	R-TP01	3x1x120	1.005	7,2
		R-TP01	SSE	3x1x630	14.500	21,6
	LINEA T2	R-TP03	R-TP05	3x1x120	640	7,2
		R-TP05	SSE	3x1x400	12.230	14,4
	LINEA T3	R-TP09	R-TP11	3x1x120	830	7,2
		R-TP11	R-TP13	3x1x400	580	14,4
		R-TP13	SSE	3x1x630	10.660	21,6
	POTENZA COMPLESSIVA					57,600

PARCO SALEMI	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	
	LINEA S1	R-SAL01	R-SAL02	3x1x120	480	7,2	
		R-SAL02	R-SAL04	3x1x400	620	14,4	
		R-SAL04	SSE	3x1x630	9.420	21,6	
	LINEA S2	R-SAL10	R-SAL09	3x1x120	605	7,2	
		R-SAL09	R-SAL07	3x1x400	795	14,4	
		R-SAL07	SSE	3x1x630	5.605	21,6	
	LINEA S3	R-SAL14	R-SAL12	3x1x120	945	7,2	
		R-SAL12	SSE	3x1x400	7.080	14,4	
	LINEA S4	R-SAL16	R-SAL22	3x1x120	1.840	7,2	
		R-SAL22	SSE	3x1x400	3.800	14,4	
	POTENZA COMPLESSIVA					72,000	

Tab 3

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	23

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 grafico RST-PD-D0050-R0.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	24

5. DIMENSIONAMENTO ELETTRICO DELLE LINEE MT

Il dimensionamento dei cavi è stato fatto tenendo conto delle seguenti disposizioni, 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.

5.1. 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 transiente e di quella reattiva, attraverso la formula:

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

- P: potenza transiente;
- 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 transiente.

5.2. 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.

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

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	25

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

K_1 = Fattore di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

K_2 = Fattore di correzione per gruppi di più circuiti installati sullo stesso piano

K_3 = Fattore di correzione per profondità di interramento diversa da 0,8 m

K_4 = Fattore di correzione per resistività termica diversa da 1,5 k*m/W

5.3. DATI TECNICI DEL CAVO UTILIZZATO

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

Si tratta di cavi unipolari da posare in formazione a trifoglio, tipo MT 18-30 kV con protezione meccanica avanzata o antiurto, con conduttori in alluminio, congiunti in maniera da formare un unico fascio di forma rotonda. L'isolante dei cavi è costituito da miscela in XLPE e fra esso e il conduttore è interposto uno strato di miscela semiconduttrice. Sopra l'isolante è posto uno strato per la tenuta all'acqua, consistente in un nastro semiconduttore. Il cavo presenta uno schermo metallico realizzato con nastro di alluminio avvolto a cilindro longitudinale. Sopra lo schermo metallico sono presenti due differenti strati di protezione in guaina protettiva in polietilene. 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
400 mm ²	0.105	0.11	557
630 mm ²	0,074	0,099	725

Tab 4

5.4. 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.

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

Tab 5

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 $K_1 = 0,96$.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	26

5.5. 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.

PARCO TRAPANI	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	N. circuiti nella sez. di scavo
	LINEA T1	R-SAL29	R-TP01	3x1x120	3.715	7,2	2
		R-SAL30	R-TP01	3x1x120	1.005	7,2	2
		R-TP01	SSE	3x1x630	14.500	21,6	3
	LINEA T2	R-TP03	R-TP05	3x1x120	640	7,2	2
		R-TP05	SSE	3x1x400	12.230	14,4	3
	LINEA T3	R-TP09	R-TP11	3x1x120	830	7,2	1
		R-TP11	R-TP13	3x1x400	580	14,4	2
		R-TP13	SSE	3x1x630	10.660	21,6	3
	POTENZA COMPLESSIVA						57,600

PARCO SALEMI	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	N. circuiti nella sez. di scavo	
	LINEA S1	R-SAL01	R-SAL02	3x1x120	480	7,2	1	
		R-SAL02	R-SAL04	3x1x400	620	14,4	2	
		R-SAL04	SSE	3x1x630	9.420	21,6	4	
	LINEA S2	R-SAL10	R-SAL09	3x1x120	605	7,2	1	
		R-SAL09	R-SAL07	3x1x400	795	14,4	2	
		R-SAL07	SSE	3x1x630	5.605	21,6	4	
	LINEA S3	R-SAL14	R-SAL12	3x1x120	945	7,2	2	
		R-SAL12	SSE	3x1x400	7.080	14,4	4	
	LINEA S4	R-SAL16	R-SAL22	3x1x120	1.840	7,2	2	
		R-SAL22	SSE	3x1x400	3.800	14,4	4	
	POTENZA COMPLESSIVA						72,000	

Tab 6

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	27

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 0,20m			
N. circuiti	1	2	3	4
Coefficiente	1,00	0,90	0,85	0,80

Tab 7

5.6. 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.

5.7. 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 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 XLPE			
Profondità posa (m)	0,8	1,0	1,2	1,1 (interpolazione)
Coefficiente	1,00	0,98	0,96	0,97

Tab 8

Considerando il valore di posa di 1,10 m, si è ricavato per interpolazione il valore del coefficiente

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	28

correttivo, che risulta **K3 = 0,97**.

5.8. 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**.

5.9. 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 ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	29

PARCO SALEMI	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVar]	ΔV %	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Δp %
	LINEA S1	R-SAL01	R-SAL02	3x1x120	480	7,2	146,03	290	1	0,931	270,05	54%	0,1598	0,062	2,367	0,14%	2,69%	10,226	0,14%
		R-SAL02	R-SAL04	3x1x400	620	14,4	292,06	557	2	0,838	466,81	63%	0,0651	0,068	4,733	0,14%	2,55%	16,659	0,12%
		R-SAL04	SSE	3x1x630	9.420	21,6	438,09	725	4	0,745	540,10	81%	0,6961	0,933	7,100	2,41%	2,41%	400,813	1,86%
	LINEA S2	R-SAL10	R-SAL09	3x1x120	605	7,2	146,03	290	1	0,931	270,05	54%	0,2015	0,079	2,367	0,18%	1,79%	12,889	0,18%
		R-SAL09	R-SAL07	3x1x400	795	14,4	292,06	557	2	0,838	466,81	63%	0,0835	0,087	4,733	0,18%	1,61%	21,361	0,15%
		R-SAL07	SSE	3x1x630	5.605	21,6	438,09	725	4	0,745	540,10	81%	0,4142	0,555	7,100	1,43%	1,43%	238,488	1,10%
	LINEA S3	R-SAL14	R-SAL12	3x1x120	945	7,2	146,03	290	2	0,838	243,04	60%	0,3147	0,123	2,367	0,28%	1,88%	20,132	0,28%
		R-SAL12	SSE	3x1x400	7.080	14,4	292,06	557	4	0,745	414,94	70%	0,7434	0,779	4,733	1,60%	1,60%	190,233	1,32%
	LINEA S4	R-SAL16	R-SAL22	3x1x120	1.840	7,2	146,03	290	2	0,838	243,04	60%	0,6127	0,239	2,367	0,55%	1,41%	39,198	0,54%
R-SAL22		SSE	3x1x400	3.800	14,4	292,06	557	4	0,745	414,94	70%	0,3990	0,418	4,733	0,86%	0,86%	102,103	0,71%	
POTENZA COMPLESSIVA					72,000														

PARCO TRAPANI	LINEA	PARTENZA	ARRIVO	Sezione cavo [mm ²]	Lunghezza cavo [m]	Potenza attiva [MW]	Corrente nominale [A]	Portata cavo nominale [A]	N. circuiti nella sez. di scavo	K correttivo portata	Portata cavo corretta [A]	Dimensionamento in portata	Resistenza cavo [Ω]	Reattanza cavo [Ω]	Potenza reattiva [MVar]	ΔV %	ΔV % cumulato	Potenza persa [kW]	Δp %
	LINEA T1	R-SAL29	R-TP01	3x1x120	3.715	7,2	146,03	290	2	0,838	243,04	60%	1,2371	0,483	2,367	1,12%	5,12%	79,142	1,10%
		R-SAL30	R-TP01	3x1x120	1.005	7,2	146,03	290	2	0,838	243,04	60%	0,3347	0,131	2,367	0,30%	4,01%	21,410	0,30%
		R-TP01	SSE	3x1x630	14.500	21,6	438,09	725	3	0,792	573,85	76%	1,0716	1,436	7,100	3,70%	3,70%	616,963	2,86%
	LINEA T2	R-TP03	R-TP05	3x1x120	640	7,2	146,03	290	2	0,838	243,04	60%	0,2131	0,083	2,367	0,19%	2,95%	13,634	0,19%
		R-TP05	SSE	3x1x400	12.230	14,4	292,06	557	3	0,792	440,88	66%	1,2842	1,345	4,733	2,76%	2,76%	328,609	2,28%
	LINEA T3	R-TP09	R-TP11	3x1x120	830	7,2	146,03	290	1	0,931	270,05	54%	0,2764	0,108	2,367	0,25%	3,10%	17,682	0,25%
		R-TP11	R-TP13	3x1x400	580	14,4	292,06	557	2	0,838	466,81	63%	0,0609	0,064	4,733	0,13%	2,85%	15,584	0,11%
		R-TP13	SSE	3x1x630	10.660	21,6	438,09	725	3	0,792	573,85	76%	0,7878	1,055	7,100	2,72%	2,72%	453,574	2,10%
	POTENZA COMPLESSIVA					57,600													

Tab 9

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	30

6. 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;

6.1. 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 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);

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	31

- 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).

6.2. 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 50 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.

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).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	32

6.3. 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.



CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	33

7. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT MISILISCEMI-FULGATORE

Nel presente capitolo si darà descrizione della stazione esistente di trasformazione AT/MT a servizio dell'impianto eolico di Trapani, dando evidenza delle caratteristiche delle principali componenti elettriche necessarie all'innalzamento di tensione, delle opere elettriche accessorie, della rete di terra, nonché delle opere civili necessarie alla realizzazione dell'opera.

7.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

Il parco eolico "Trapani" in progetto convoglierà l'energia prodotto verso la Sottostazione Elettrica di Utente esistente di Misiliscemi-Fulgatore, sita nel Comune di Misiliscemi (TP), connessa alla rete di trasmissione nazionale tramite la stazione Terna di Fulgatore.

La sottostazione esistente insiste sulle Particelle n. 1144 e 1143(BESS) del foglio di mappa n.102 del Comune di Misiliscemi.

La stazione si trova vicino alla Stazione Terna di trasformazione RTN 220/150 kV di Fulgatore, alla quale è collegata in cavo AT, come illustrato nella seguente immagine.

La Sottostazione interessa un'area di forma rettangolare di larghezza pari a circa 42.50 m e di lunghezza pari a 62.30 m, interamente recintata, accessibili entrambe tramite un proprio cancello carrabile largo 7,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale. Il sito è accessibile dalla SP35 proseguendo su un tratto di strada vicinale.

7.2. SISTEMA DI CONNESSIONA ALLA RETE RTN

La **Windco S.r.l.** ora Engie Rinnovabili Spa con Lettera del 06 Aprile 2005 Prot. GRTN/A2005016176 ha inoltrato a **Terna** (Allora GRTN), **codice identificativo: 05016176**, la richiesta di connessione di un impianto di generazione da fonte eolica, costituito da 46 aerogeneratori eolici tripala per una potenza complessiva di 68,6 MW, da realizzare in provincia di Trapani.

In data 26 Maggio 2005 il GRTN ha fornito la soluzione di connessione alla RTN con lettera Prot. GRTN/P2005010572.

La **Windco S.r.l.** ha inoltrato il 17 Giugno 2005 Prot. GRTN/A2005026832 lettera di accettazione della soluzione di connessione.

La **Windco S.r.l.** ha inoltrato il 23 Maggio 2007 Prot. TE/A2007011727 richiesta della STMD

Terna con **RACCOMANDATA A.R. N. Rif. TE/P2007009392 del 26 Luglio 2007** ha comunicato la **soluzione tecnica minima di dettaglio (STMD)**.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	34

Il Ministero dell'ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare in data 8 Marzo 2007 ha decretato l'autorizzazione alla Windco S.r.l. l'autorizzazione alla costruzione e all'esercizio di una stazione di trasformazione 30/150 kV ubicata nel territorio di Trapani.

L'impianto eolico "Trapani" prevede una potenza in immissione pari a 57,6MW inferiore a quella attualmente fornita dall'impianto eolico in esercizio "Trapani Salemi" pertanto non si rendono necessari interventi di modifica sullo schema di connessione oggi operativo.

Di seguito l'inquadramento generale della stazione.



Fig.6 Inquadramento stazione utente e connessione alla RTN

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	35

7.3. DESCRIZIONE STATO ATTUALE

Allo stato attuale, la sottostazione elettrica esistente riceve le linee in media tensione a 30 kV provenienti dagli aerogeneratori del parco eolico esistente, 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 150/30 kV della potenza di 63/80 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 la Stazione Terna di trasformazione RTN 220/150 kV di Fulgatore, attraverso un cavo AT 150 kv.

Considerato che la tensione della sezione MT è 30kV, la potenza complessiva proveniente dagli aerogeneratori che era pari a 66,25 MW e è ora pari a 57,6 MW, pertanto ***non si rende necessario*** un intervento di manutenzione straordinaria della SSEU esistente, per adeguarla alle nuove caratteristiche elettriche del parco eolico.

7.4. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE

La stazione elettrica di utente esistente è del tipo isolata in aria, e risulterà così composta:

<u>STALLO DI CONNESSIONE:</u>
- n. 1 Terminali Cavo AT
- n. 3 Scaricatori di Sovratensione AT
- n. 1 Sezionatore Tripolare A.T. con L.T.
- n. 1 Interruttore Tripolare- 252/TR
- 3 Trasformatore di Tensione Utente -TV1/TR
- n.3 Trasformatore di Tensione UTF-TV2/TR
- n. 3 Trasformatore di Corrente -TA1/TR
- n. 3 Scaricatori di Sovratensione AT
- . 1 trasformatore AT/MT 150/30 kV della potenza di 63/80 MVA-TR

L'impianto è completato dalla sezione MT/BT, composta da:

- quadro MT per produttore 30kV (uno per ciascuna sezione),
- quadro MT generale 30kV (uno per ciascuna sezione), completi di:
 - Scomparti di sezionamento linee di campo
 - Scomparti misure

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	36

- Scomparti protezione generale
- Scomparti trafo ausiliari
- Scomparti protezione di riserva
- Trasformatori MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV
- Quadri servizi ausiliari
- Quadri misuratori fiscali
- Sistema di monitoraggio e controllo

All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicata un edificio di comando suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, locali di servizio, ecc....

Inoltre la Stazione ha avuto un ampliamento per l'inserimento di un sistema di accumulo da 14,4 MW. Il sistema Energy storage è un impianto di accumulo di energia elettrica a batterie elettrochimiche costituito da apparecchiature per la conversione bidirezionale dell'energia da media a bassa tensione ed il raddrizzamento della corrente da alternata a continua.

Nel complesso l'impianto storage è caratterizzato da una potenza nominale pari a circa 14,4 MW, realizzato con sottosistemi, macchine ed apparati di potenza modulare per installazioni outdoor, utilizzando container attrezzati per le varie necessità impiantistiche ed idonei a garantire una facile rimovibilità.

L'area del BESS è di forma rettangolare di larghezza pari a circa 27,75 m e di lunghezza pari a circa 42,00 m, interamente recintata accessibile e tramite un cancello carrabile largo 7,00 m.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	37



Fig. 7 – Planimetria apparecchiature elettromeccaniche

7.5. SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari presenti presso la SSEU sono alimentati tramite trasformatori MT/BT con livello di tensione 30/0,4 kV, installati presso gli edifici di sottostazione.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è installato presso la SST un generatore ausiliario.

Da tale trasformatore/generatore è alimentato il quadro QSA, al quale saranno collegate tutte le utenze in c.a. in bassa tensione, quali:

- Ausiliari sezione MT.
- Ausiliari sezione AT.
- Illuminazione aree esterne.
- Circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SST.
- Motori e pompe.
- Raddrizzatore BT.
- Sistema di monitoraggio.
- Altre utenze minori.

Dal quadro QSA verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando, alimentati a 110 Vcc mediante un banco di batterie, alimentate dal raddrizzatore.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	39

Corrente nominale sulle sbarre	2000 A
Corrente nominale di stallo	1250 A
Corrente di corto circuito	31,5 kA

Tab 10

a) Trasformatore TR

- Rapporto di trasformazione AT/MT: 150+/-10x1,25% / 30 kV;
- Potenza di targa: 63/80 MVA.;
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF;
- Gruppo vettoriale: YNd11 (stella/triangolo con neutro esterno lato 150 kV previsto per collegamento a terra);
- Tensione di cortocircuito: $V_{cc}=13\%$;
- Tipo di commutatore: sotto carico;
- Tipo di regolazione della tensione: sull'avvolgimento 150 kV;
- Tipo di isolamento degli avvolgimenti AT e MT: uniforme;
- Tensione massima avvolgimento AT: 170 kV;
- Tensione massima avvolgimento MT: 36 kV;

b) Interruttore:

- Tensione nominale: 170 kV
- Corrente nominale 2500 A
- Max tensione di prova:
 - Tra fase e terra
 - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 325 kV;
 - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 750 kV;
 - Sulla distanza di sezionamento
 - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 375 kV;
 - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 860 kV;
- Corrente nominale di breve durata 40 kA
- Corrente nominale di picco 100 kA
- Temperatura ambiente -30°C +55 °C
- Caratteristiche interruttore
 - Interruttore singolo tipo LTB-D

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	40

- Potere di interruzione nominale in cc 40 kA
- Potere di stabilimento nominale di picco in cc 100 kA
- Interruzione di correnti induttive su linea a vuoto 63 A
- Interruzione di correnti capacitive su cavi a vuoto 160 A
- Comando a molla

c) Interruttore sezionatore di terra

- Tensione nominale: 170 kV
- Corrente nominale 2500 A
- Max tensione di prova:
 - Tra fase e terra
 - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 325 kV;
 - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 750 kV;
 - Sulla distanza di sezionamento
 - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 375 kV;
 - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 860 kV;
- Corrente nominale di breve durata 40 kA
- Corrente nominale di picco 100 kA
- Temperatura ambiente -30°C +55 °C
- Caratteristiche sezionatore di terra
 - Comando tripolare a motore
 - Tensione ausiliari 110 Vcc
 - Tempo di manovra da linea a terra 5,5s

d) Trasformatori di corrente

- Tipo ad anello
- Classe di misura 0,2/0,5/1,0
- Corrente massima permanente 1,2 In

e) Trasformatori di tensione capacitivi

- Rapporto di trasformazione nominale 150.000: $\sqrt{3}$ / 100: $\sqrt{3}$ V
- Rapporto di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	41

f) Trasformatori di tensione induttivi

- Tensione nominale primaria 150.000: $\sqrt{3}$ V
- Tensione nominale primaria 100: $\sqrt{3}$ V
- Rapporto di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	42

8. STAZIONE DI TRASFORMAZIONE AT/MT MAZARA-ENGIE-PARCO SALEMI

Nel presente capitolo si darà descrizione della stazione di trasformazione AT/MT a servizio dell'impianto eolico di Salemi, dando evidenza delle caratteristiche delle principali componenti elettriche necessarie all'innalzamento di tensione, delle opere elettriche accessorie, della rete di terra, nonché delle opere civili necessarie alla realizzazione dell'opera.

8.1. UBICAZIONE E VIABILITÀ DI ACCESSO

Il parco eolico in progetto convoglierà l'energia prodotta verso una nuova Sottostazione Elettrica di Utente di Mazara- sita nel Comune di Mazara (TP), connessa alla rete di trasmissione nazionale tramite la stazione utente esistente FW Turna (società del gruppo Engie SpA) e a sua volta collegata alla Stazione Terna "Partanna 2".

La stazione elettrica è ubicata in adiacenza alla stazione elettrica del produttore FW Turna srl. Con tale società è in atto un accordo di condivisione stallo siglato fra le parti in data 21/07/2022 per l'utilizzo comune di un sistema a sbarre 220kV e l'elettrodotto aereo 220kV di collegamento delle predette sbarre 220kV allo stallo linea 220kV nella stazione Terna RTN 220kV "Partanna2".

La Sottostazione interessa un'area di forma rettangolare di larghezza pari a circa 38.00 m e di lunghezza pari a 67.70 m, interamente recintata ,accessibili entrambe tramite un proprio cancello carrabile largo 7,00 m di tipo scorrevole ed un cancello pedonale. Il sito è accessibile dalla SP8 proseguendo su un tratto di strada vicinale.

8.2. SISTEMA DI CONNESSIONA ALLA RETE RTN

Lo schema di allacciamento alla RTN prevede (Codice Pratica Terna 202200751) che l'impianto sarà collegato in antenna a 220 kV con la stazione elettrica (SE) a 220 kV della RTN "Partanna 2", inserita in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore - Partanna", previa:

- realizzazione del nuovo elettrodotto RTN 220 kV "Fulgatore – Partinico", di cui al Piano di Sviluppo Terna;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione con la stazione 220/150 kV di Fulgatore, previo ampliamento della stessa;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione a 220kV con la stazione 220 kV di Partanna, previo ampliamento della stessa.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	43

In base al preventivo di connessione, la potenza massima in immissione sarà pari a 72,00 MW

Di seguito l'inquadramento generale della stazione.

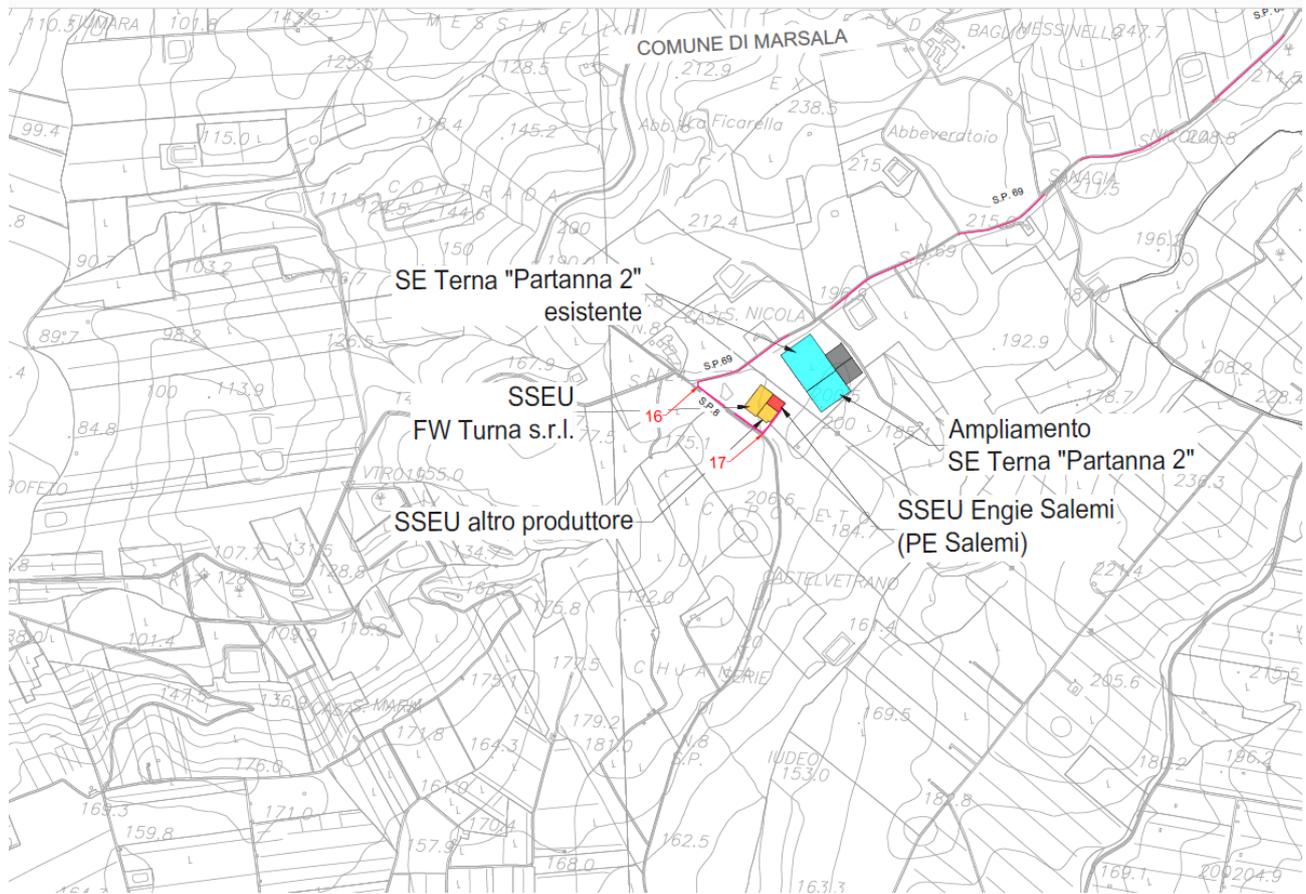


Fig.6 Inquadramento stazione utente e connessione alla RTN

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	44

8.3. DESCRIZIONE DELLE OPERE ELETTROMECCANICHE

La stazione elettrica di utente esistente sarà sempre del tipo isolata in aria, e risulterà così composta:

<i>STALLO DEL MONTANTE LINEA ESISTENTE IN AEREA FW TURNA:</i>
<ul style="list-style-type: none"> - n. 1 Portale Arrivo Linea H 16m. - n. 3 Trasformatore di Tensione -TV del Montante Linea—VT.L1 - n. 1 Interruttore Tripolare del Montante Linea—252.L1 - n. 3 Trasformatore di Corrente -TA del Montante Linea—CT.L1 - n. 1 sistema di distribuzione in sbarre
<i>STALLI TR-NUOVO IN AREA MARSALA ENGIE:</i>
<ul style="list-style-type: none"> - n. 1 Sezionatore Tripolare A.T. senza L.T. - n. 3 Trasformatore di Tensione -TV induttivo —VT.TR1 - n.1 Modulo Compatto isolato in gas tipo PASS (sezionatore, interruttore e TA)(-CT.TR, -252.TR1 e-VT.TR1) - n. 3 Scaricatori di Sovratensione AT-SA1.TR1 - n 1 trasformatore AT/MT 220/30 kV della potenza di 75/90 MVA-TR

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

- quadro MT per produttore 30kV (uno per ciascuna sezione),
- quadro MT generale 30kV (uno per ciascuna sezione), completi di:
 - Scomparti di sezionamento linee di campo
 - Scomparti misure
 - Scomparti protezione generale
 - Scomparti trafo ausiliari
 - Scomparti protezione di riserva
 - Trasformatori MT/BT servizi ausiliari 30/0,4 kV
 - Quadri servizi ausiliari
 - Quadri misuratori fiscali
 - Sistema di monitoraggio e controllo

All'interno dell'area recintata della sottostazione elettrica sarà ubicata un edificio di comando suddiviso in vari locali che a seconda dell'utilizzo ospiteranno i quadri MT, gli impianti BT e di controllo, gli apparecchi di misura, locali di servizio, ecc....

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	45

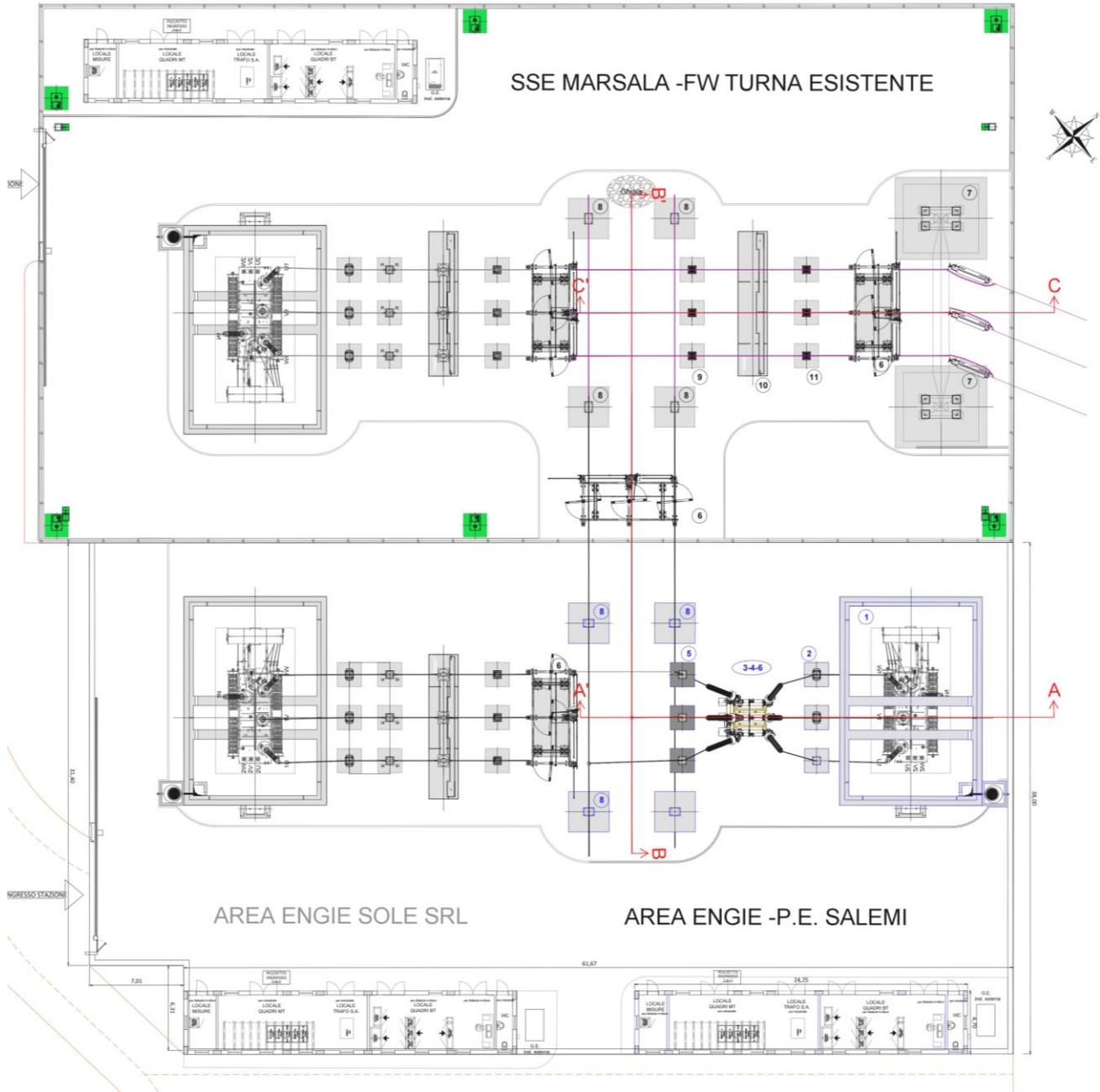


Fig. 7 – Planimetria apparecchiature elettromeccaniche

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	46

8.4. SERVIZI AUSILIARI

I servizi ausiliari presenti presso la SSEU saranno alimentati tramite trasformatori MT/BT con livello di tensione 30/0,4 kV, installati presso gli edifici di sottostazione.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio e il riarmo delle apparecchiature, è prevista l'installazione presso la SST di un generatore ausiliario.

Da tali trasformatori/generatori verrà alimentato il quadro QSA, al quale saranno collegate tutte le utenze in c.a. in bassa tensione, quali:

- Ausiliari sezione MT.
- Ausiliari sezione AT.
- Illuminazione aree esterne.
- Circuiti prese e circuiti illuminazione edificio SST.
- Motori e pompe.
- Raddrizzatore BT.
- Sistema di monitoraggio.
- Altre utenze minori.

Dal quadro QSA verrà derivata l'alimentazione dei circuiti di protezione e comando, alimentati a 110 Vcc mediante un banco di batterie, alimentate dal raddrizzatore.

8.5. RETE DI TERRA

Presso la sottostazione verrà realizzato un sistema di terra dimensionato secondo le norme CEI EN 50522 (CEI 99-3) e CEI EN 61936-1 (CEI 99-2), nonché alle prescrizioni Terna, considerando una corrente di corto circuito monofase pari a 31,5 kA e un tempo di eliminazione del guasto a terra pari a 0,5 s.

L'impianto di terra consisterà in una maglia di terra in corda di rame nudo della sezione di 63 mm², interrato alla profondità di circa 70 cm dal piano di calpestio, che seguirà l'intero perimetro della SST, con maglie interne di lato massimo pari a 4,5 m.

Il sistema di terra sarà integrato dalla presenza di dispersori verticali lungo il perimetro della SST, in prossimità dei trasformatori AT/MT.

Il sistema di terra verrà collegato con l'impianto di terra presso l'edificio SST, attraverso collegamenti sconnettibili in pozzetti ispezionabili.

Il collegamento fra la rete di terra e le apparecchiature di AT saranno effettuati in corda di rame nudo da 125 mm².

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	47

Le connessioni fra i conduttori in rame avverranno mediante morsetti a compressione in rame, mentre il collegamento fra i conduttori e i sostegni metallici delle apparecchiature avverrà mediante capicorda e bulloni di fissaggio.

Al fine di garantire il rispetto delle tensioni limite entro i valori individuati dalla norma, in sede di progettazione esecutiva verranno individuate le aree da integrare con sistemi di dispersione ausiliaria, o sulle quali adottare provvedimenti particolari.

A seguito della realizzazione dell'opera, i valori di tensione saranno comunque oggetto di verifica strumentale.

Al fine di garantire la compatibilità elettromagnetica dei sistemi, in corrispondenza delle apparecchiature AT verrà realizzato un infittimento della maglia del dispersore, così pure verranno installati conduttori di terra suppletivi per il collegamento delle apparecchiature.

8.6. EDIFICIO SSE

Presso la sottostazione verrà realizzato un edificio destinato a locali tecnici e uffici, avente un ingombro in pianta di 24,75 x 4,70 m, presso il quale verranno ubicati i quadri MT, i trasformatori MT/BT, nonché i quadri ausiliari.

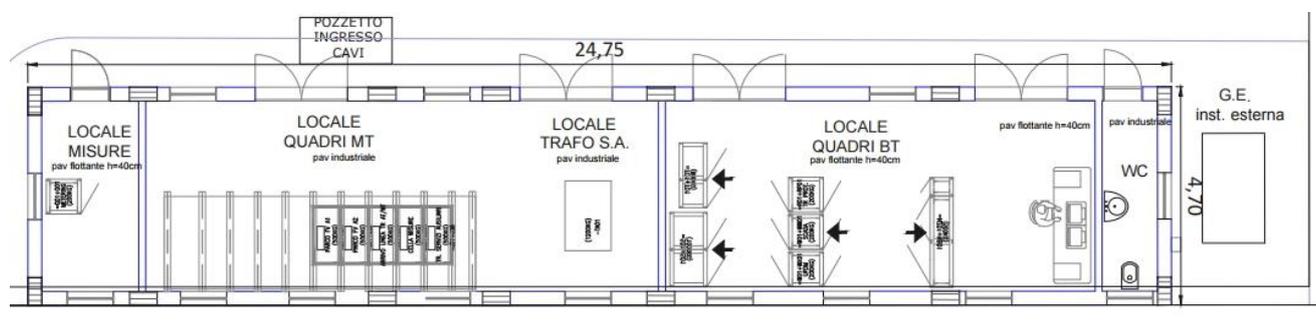


Figura 1 – Layout edificio produttore presso SSE

L'edificio è articolato in più locali interni, adibiti a:

- Locale quadri MT;
- Locale gruppo elettrogeno;
- Locale quadri BT;
- Locale misure;
- Locale uffici e servizi.
- Locale uffici e magazzino

L'edificio sarà completo di tutti gli impianti elettrici civili interni (illuminazione e prese).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	48

8.7. OPERE CIVILI

Di seguito le principali opere civili previste in progetto:

- Scavo di sbancamento per una profondità di 80 cm da piano di calpestio finale;
- Eventuali opere strutturali necessarie alla site preparation (palificate e/o gabbionate)
- Realizzazione della rete di terra (vedasi par. 4.6);
- Realizzazione della rete idraulica di smaltimento acque bianche;
- Realizzazione fondazioni in c.a. per apparecchiature AT;
- Sistemazione delle aree sottostanti le apparecchiature AT con area inghiaiaata;
- Realizzazione di sottofondo stradale per lo spessore complessivo di 0,50 cm;
- Finitura aree con conglomerato bituminoso, con strato binder (7 cm) e strato usura (3 cm);
- Realizzazione dell'impianto di illuminazione esterna, con l'installazione di corpi illuminanti LED su pali tronco conici a stelo dritto lungo il perimetro;
- Realizzazione muro perimetrale, del tipo chiuso con pannelli prefabbricati in calcestruzzo e paletti in cls, infissi su fondazione in c.a., per una altezza complessiva fuori terra pari a 2,50 m;
- Realizzazione di un ingresso pedonale (larghezza 0,9 m) e di un carrabile (larghezza 7 m), lungo il muro perimetrale;
- Realizzazione rampa di accesso da pubblica viabilità sino al cancello di ingresso presso la SSE.

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	49

8.8. PRINCIPALI APPARECCHIATURE IN PROGETTO

Nel seguito del paragrafo si elencano le caratteristiche delle principali apparecchiature AT costituenti la sezione 220 kV della SSE in progetto. Tutte le apparecchiature saranno rispondenti alle Norme tecniche CEI citate al cap. 2 e alle prescrizioni Terna.

Le caratteristiche elettriche della sezione AT sono le seguenti

Tensione di esercizio AT	220 kV
Tensione massima di sistema	250 kV
Frequenza	50 Hz
Tensione di tenuta alla frequenza industriale	
<i>fase-fase e fase terra</i>	325 kV
<i>sulla distanza di isolamento</i>	375 kV
Tensione di tenuta ad impulso (1.2-50us)	
<i>fase-fase e fase terra</i>	750 kV
<i>sulla distanza di isolamento</i>	860 kV
Corrente nominale sulle sbarre	2000 A
Corrente nominale di stallo	1250 A
Corrente di corto circuito	31,5 kA

a) Trasformatori di potenza:

- Rapporto di trasformazione AT/MT: 220+/-10x1,25% / 30 kV;
- Potenza di targa: 40/50 MVA;
- Tipo di raffreddamento: ONAN/ONAF;
- Gruppo vettoriale: YNd11 (stella/triangolo con neutro esterno lato 220 kV previsto per collegamento a terra);
- Tensione di cortocircuito: $V_{cc}=13\%$;
- Tipo di commutatore: sotto carico;
- Tipo di regolazione della tensione: sull'avvolgimento 220 kV;
- Tipo di isolamento degli avvolgimenti AT e MT: uniforme;
- Tensione massima avvolgimento AT: 250 kV;
- Tensione massima avvolgimento MT: 36 kV;

b) Interruttori compatti PASS isolato in SF6 (interruttore, sezionatore di terra, TA):

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	50

- Tensione nominale: 250 kV
- Corrente nominale 2500 A
- Max tensione di prova:
 - o Tra fase e terra
 - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 325 kV;
 - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 750 kV;
 - o Sulla distanza di sezionamento
 - tensione nominale di tenuta a frequenza di esercizio: 375 kV;
 - tensione nominale di tenuta ad impulso atmosf.: 860 kV;
- Corrente nominale di breve durata 40 kA
- Corrente nominale di picco 100 kA
- Temperatura ambiente -30°C +55 °C
- Caratteristiche **interruttore**
 - Interruttore singolo tipo LTB-D
 - Potere di interruzione nominale in cc 40 kA
 - Potere di stabilimento nominale di picco in cc 100 kA
 - Interruzione di correnti induttive su linea a vuoto 63 A
 - Interruzione di correnti capacitive su cavi a vuoto 160 A
 - Comando a molla
- Caratteristiche **sezionatore di terra**
 - Comando tripolare a motore
 - Tensione ausiliari 110 Vcc
 - Tempo di manovra da linea a terra 5,5s
- Caratteristiche **trasformatore di corrente**
 - Tipo ad anello
 - Classe di misura 0,2/0,5/1,0
 - Corrente massima permanente 1,2 In
- Caratteristiche **isolatori passanti**
 - Tipo composito
 - Tensione nominale 250 kV
 - Distanza in aria 1304mm/1633mm
 - Linea di fuga 4670mm/5462mm

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	51

c) Trasformatori di tensione capacitivi

- Rapporto di trasformazione nominale $220.000:\sqrt{3} / 100:\sqrt{3}$ V
- Rapporto di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5

d) Trasformatori di tensione induttivi

- Tensione nominale primaria $220.000:\sqrt{3}$ V
- Tensione nominale primaria $100:\sqrt{3}$ V
- Rapporto di tensione nominale con tempo di funzionamento di 30 s: 1,5

e) Sistema di sbarre

- Corrente nominale 2000 A

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	52

9. CAMPI ELETTROMAGNETICI E FASCE DI RISPETTO

Per la valutazione dei campi elettromagnetici generati dalla presenza della sottostazione elettrica e dagli elettrodotti interrati di collegamento in MT, nonché per la determinazione delle fasce di rispetto (DPA) da apporre, si rimanda allo specifico elaborato RST-SA-R0014_R0 (Relazione impatto elettromagnetico).

CODICE ELABORATO	OGGETTO DELL'ELABORATO	PAGINA
RST-PD-R0009_R0	INTEGRALE RICOSTRUZIONE PARCO EOLICO "SALEMI-TRAPANI" RELAZIONE ELETTRICA	53

10. MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RTN

Il progetto di integrale ricostruzione prevede lo smantellamento degli aerogeneratori esistenti e l'installazione di n. 18 aerogeneratori, di potenza pari a **7,2 MW** per una potenza complessiva di nuova installazione di **129,6 MW**, di cui:

- Parco Salemi - n. 10 aerogeneratori, saranno serviti da un nuovo elettrodotto interrato in MT da 30 kV, che convoglierà l'energia prodotta presso una nuova SSEU 30/150 kV che sarà realizzata nei pressi della Stazione Elettrica Terna denominata "Partanna 2" (questa nuova SSEU sarà realizzata nel territorio del Comune di Marsala);
- Parco Trapani - n. 8 aerogeneratori, saranno serviti da un nuovo elettrodotto interrato in MT da 30 kV che vettorierà l'energia prodotta presso la esistente SSEU 30/150 kV di Misiliscemi (ex Fulgatore) che non subirà alcun ampliamento.

Per l'impianto di Salemi, il proponente ha richiesto a Terna il preventivo di connessione (**Codice Pratica: 202200751**) che prevede che il parco eolico venga collegata in antenna a 220 kV con la stazione elettrica (SE) a 220 kV della RTN "Partanna 2", inserita in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore - Partanna", previa:

- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione con la stazione 220/150 kV di Fulgatore, previo ampliamento della stessa;
- realizzazione di un nuovo elettrodotto RTN a 220 kV di collegamento della suddetta stazione a 220kV con la stazione 220 kV di Partanna, previo ampliamento della stessa.

Le suddette opere di rete sono riportate nella tavola RST-PD-D0067_R0.

Con riferimento all'autorizzazione delle opere di rete, rappresentate nella tavola RST-PD-D0067_R0, si fa presente che le stesse sono:

- Parzialmente autorizzate con il Provvedimento Autorizzatorio Unico Regionale (PAUR) rilasciato con D.A. n. 156 /GAB del 28/06/2022, emesso dalla "Regione Siciliana - Assessorato del Territorio e dell'Ambiente - Dipartimento dell'Ambiente"; per la visione dei dettagli progettuali si rimanda alla procedura n. 730 pubblicata sul portale "Sivvi" della Regione Siciliana.
- Parzialmente in corso di valutazione nell'ambito della Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale (VIA) con Codice n.8053 del 10/01/2022, presso il Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica (MASE), per la visione dei dettagli progettuali si rimanda alla procedura n. 8053 pubblicata sul portale "VIA" del "MASE".