



MINISTERO DELLA
TRANSAZIONE
ECOLOGICA



REGIONE DEL VENETO

REGIONE
VENETO



COMUNE
DI
ROVIGO

CORTE SAN MARCO

PROGETTO AGROVOLTAICO DA 49.004,28 kWp



PRESENTAZIONE V.I.A. STATALE PROGETTO DEFINITIVO



Elaborato:	Oggetto:	Project Manager
REL. E	RELAZIONE TECNICO SPECIALISTICA	Ing. Giovanni Cis Tel. +39 349 0737323 giovanni.cis@ingpec.eu

Studio Ambientale eambiente Tel. +39 041-5093820 www.eambientegroup.com info@eambientegroup.com	Studio Agronomico Sea Tuscia Srl SPIN OFF ACCADEMICO DELL'UNIVERSITA' DELLA TUSCIA Seatuscia.com info@seatuscia.com	Studio Geologico & Idraulico SIGEO S.a.s. Tel. +39 0425 4125542 www.sigeo.info amministratore@sigeo.info	EPC AIEM Group S.r.l. Tel. +39 0425 471055 www.aiemgroup.com info@aiemgroup.com
Progettazione Elettromeccanica S.T.E. Energy S.r.l. Via Sorio 120 - Padova (PD) Tel. +39 049 29 63 900 info@ste-energy.com	Relazione previsionale di impatto acustico Ing. Francesco Tegazzin SIC Studio Tel. +39 340 5860281 info@sicstudio.it	Logistica & Coordinamento Ing. Giuseppe Romani Tel. 333 3009991 ing.gromani@gmail.com	Calcoli Strutturali Ing. Stefano Baldo Tel. 349 4422244 ing.stefanobaldo@gmail.com

Rev.	Data	Oggetto della revisione	Elaborazione	Verifica	Approvazione
00	Dicembre 2021	Emissione per progetto definitivo	Mihai Bondac	Ing. Giuseppe Romani	Ing. Giovanni Cis
Formato:	A4	Società proponente	AGROVOLTAICA S.r.l. Via Filippi, 21 - 45021 Badia Polesine (RO) P.IVA: 01601730292 - www.agrovoltaica.it		
SCALA			AGROVOLTAICA™		



AGROVOLTAICA™

Sommario

1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	5
2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO (MAPPA DI GOOGLE EARTH).....	6
3. CALCOLO DI PRODUZIONE FOTOVOLTAICA	7
3.1 Strumento Utilizzato	7
3.2 Dati Meteo Utilizzati	7
3.3 Stima di Produttività	7
3.3.1 Produzione ad impianto nuovo	7
3.3.2 Incremento di produzione per l'utilizzo di moduli bifacciali	13
3.3.3 Perdite di efficienza nel tempo dei pannelli solari.....	13
3.4 Stima di Produttività dell'impianto nel periodo di vita operativa.....	13
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO.....	14
4.1 Scavi.....	16
4.2 Fondazioni	16
4.3 Strutture di sostegno del generatore fotovoltaico (tracker).....	17
5 IMPIANTO FOTOVOLTAICO	21
5.1 Pannelli fotovoltaici	23
5.2 Quadri di Stringa	25
5.3 Gruppo di conversione C.C./C.A.	26
5.4 SMA POWER STATION	26
5.5 Trasformatore.....	28
5.6 Quadro di Media Tensione isolato in gas 8DJH.....	31
5.7 Rete MT di connessione cabine/stazione produttore.....	33
5.8 Cavi DC/AC e MT	33
5.9 Sotto Stazione Utente.....	34
5.10 IMPIANTI AUSILIARI	36
5.11 Sistema SCADA ed RTU e Telecontrollo.	37
5.12 Sistema di TLC.....	38
5.13 Sistema di sicurezza e antintrusione.....	39



AGROVOLTAICA™

5.14 Impianti di illuminazione	40
5.15 Impianto di terra	40
6 Stazione MT/AT del produttore	40
6.1 Descrizione delle opere	42
6.2 Cronoprogramma delle opere di progetto	42
7. CARATTERISTICHE DELLE OPERE DI ALTA.....	44
7.1 Caratteristiche dei raccordi aerei	44
7.1.1 Premessa	44
7.1.2 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto	44
7.1.3 Caratteristiche tecniche.....	44
7.2 Conduttori e corde di guardia	46
7.2.1 Sostegni	46
7.2.2 Isolamento.....	47
7.2.3 Morsettiera ed armamenti	47
7.2.4 Fondazioni	48
7.2.5 Messa a terra dei sostegni.....	49
7.3. Caratteristiche cavo AT TERNA	49
7.3.1 Apparecchiature	50
7.3.2 Messa in opera con scavo a cielo aperto	51
7.3.3 Descrizione del cavo	52
7.4 Caratteristiche della Stazione TERNA "Geremia"	52
7.4.1 Apparecchiature	53
7.4.2 Fabbricati.....	54
7.4.3 Servizi Ausiliari.....	57
7.4.4 Impianto di terra	57
7.5 Caratteristiche cavo AT Utente	57
7.5.1 Apparecchiature	58
7.5.2 Caratteristiche della Stazione Utente.....	58
8 SISTEMA DI ACCUMULO.....	60



AGROVOLTAICA™

8.1	Generalità	60
8.2	SISTEMA DI ACCUMULO per 1 h	61
8.2.1	Batterie	62
8.2.2	Convertitori di Potenza (PCS)	64
8.2.3	Collegamenti Elettrici.....	65
8.2.4	Container.....	65
9	ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE E PROCEDURE PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE.....	66
9.1.	Possibili rischi trasmessi all'ambiente.....	68
9.2.	Procedure da adottare per la riduzione dei rischi e la tutela dell'ambiente.....	68
10	NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO.....	70

1. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Nella presente relazione tecnico specialistica vengono illustrati le scelte progettuali adottate per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico per la produzione di energia da fonte solare di potenza di picco pari a 49,004 MWp su tracker ad inseguimento mono-assiale (est-ovest) nel Comune di Rovigo e delle opere connesse ed infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio dell'impianto.

Le caratteristiche generali dell'impianto fotovoltaico in oggetto sono riportate nella Relazione Tecnica Descrittiva.

L'Impianto Fotovoltaico in questione sarà del tipo a pannelli fotovoltaici piani su strutture ad inseguimento infisse nel terreno; esso sarà essenzialmente composto dai seguenti elementi:

- Strutture di sostegno ad inseguimento monoassiale "tracker";
- Pannelli fotovoltaici;
- String box;
- Quadri Elettrici BT;
- Inverter centralizzati per la conversione CC/CA ed elevazione MT;
- Cabina Consegna MT;
- Stazione di elevazione MT/AT;
- Stazione di connessione alla rete AT di Terna.

Fanno parte dell'impianto elementi ausiliari e complementari:

- Sistema di Accumulo;
- Impianti ausiliari;
- Sistema di sicurezza e sorveglianza;
- Viabilità di accesso e strade di servizio;
- Recinzione perimetrale;

Il posizionamento delle apparecchiature e delle strutture dell'impianto, nonché il tracciamento delle opere edili, è stato eseguito partendo dalla superficie complessivamente disponibile all'interno del lotto disponibile.

Dal confronto delle misure effettuate sulla zona geografica, dei dati satellitari e delle mappe catastali, si è pervenuto ad una prima tracciatura dei confini dell'Impianto.

2. LOCALIZZAZIONE DEL SITO (MAPPA DI GOOGLE EARTH)

La Corte San Marco è un'azienda agricola che si trova nel comune di Rovigo, in via San Marco, ubicato tra l'abitato di Boara Polesine e la città di Rovigo

Attualmente l'area in questione è coltivata a colture cerealicole e oleaginose (frumento, mais e soia) in forma estensiva facendo ricorso alle tecniche convenzionali di coltivazione

L'area di interesse è situata su un terreno completamente pianeggiante.



Fig.1: Localizzazione del sito

3. CALCOLO DI PRODUZIONE FOTOVOLTAICA

3.1 Strumento Utilizzato

Il calcolo della produzione fotovoltaica è stato realizzato con riferimento alla posizione geografica del sito utilizzando come strumento PVSYST V6.88

PVSYST V6.88 è universalmente riconosciuto essere uno strumento attendibile e affidabile nella stima della produzione di energia da fonte fotovoltaica.

3.2 Dati Meteo Utilizzati

PVSYST V6.88 simula la produzione di energia utilizzando dati meteo rielaborati su base statistica.

Come Base Dati Meteo si è utilizzato il Database CMSAF, reso disponibile da EUMETSAT che fornisce i dati medi di radiazione solare diretta e indiretta ottenuti da rilevazioni satellitari, umidità, temperatura e velocità del vento, rielaborati su dati statistici, parametrizzandoli con misure reali al suolo.

I valori stimati sulla base di questa banca dati, trovano conferma con la produzione reale misurata nei numerosi impianti a terra presenti in zona.

3.3 Stima di Produttività

3.3.1 Produzione ad impianto nuovo

Al fine di una immediata leggibilità e confronto, la producibilità fotovoltaica a Boara Polesine (RO) , calcolata con PVSYST per uno dei sottocampi, è riportata integralmente nelle seguenti tabelle:

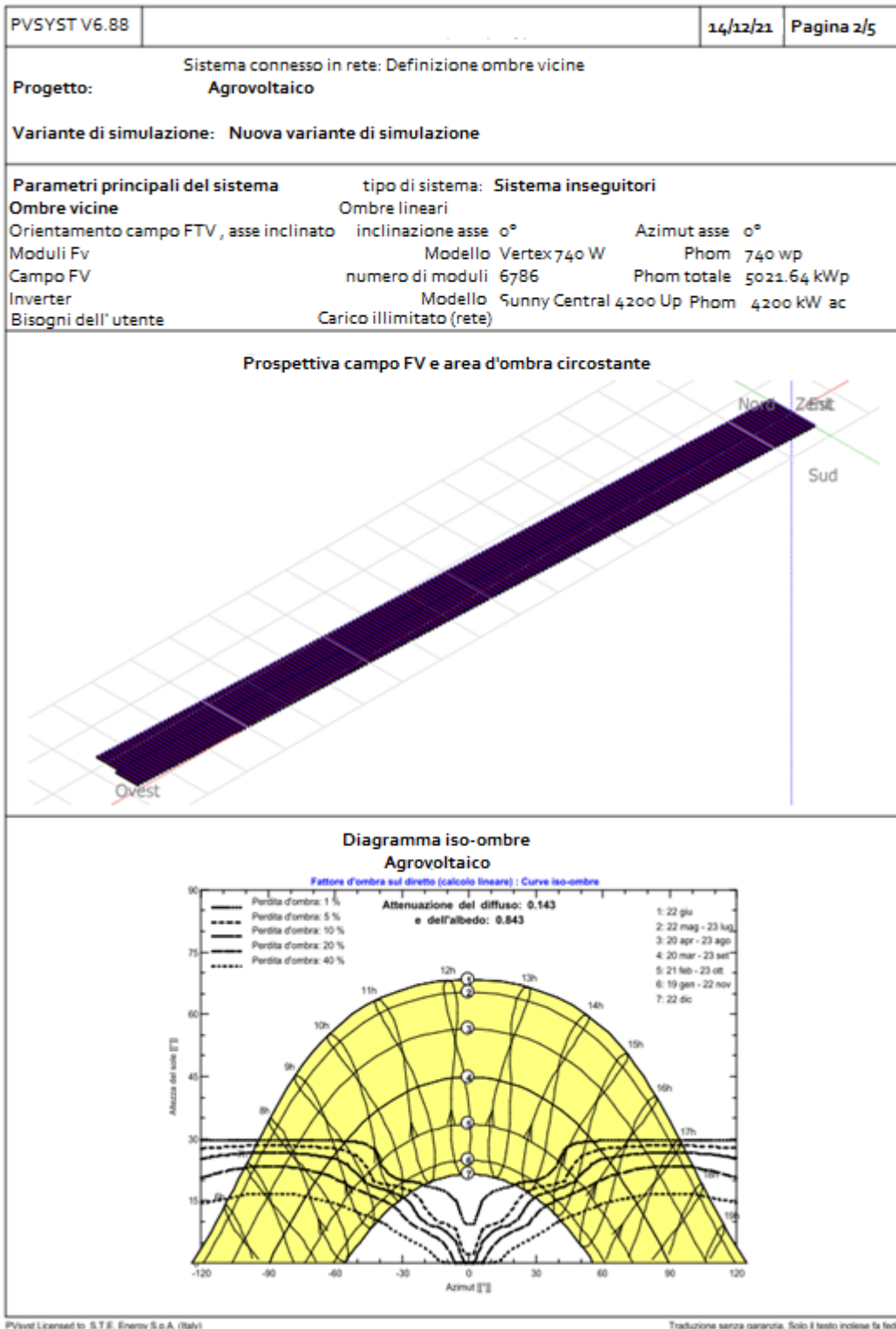


AGROVOLTAICA™

PVSYST V6.88		14/12/21		Pagina 1/5																			
Sistema connesso in rete: Parametri di Simulazione																							
Progetto: Agrovoltaico																							
Luogo geografico		Boara Polesine		Paese Italia																			
Ubicazione		Latitudine 45.11° N		Longitudine 11.78° E																			
Ora definita come		Ora legale Fuso orario TU +1		Altitudine 11 m																			
Dati meteo:		Boara Polesine PVGIS api TMY - TMY																					
Variante di simulazione: Nuova variante di simulazione																							
Data di simulazione 14/12/21 11h18																							
Parametri di simulazione		Tipo di sistema		Sistema inseguitori																			
Piano a inseguimento, asse inclinato		Inclinazione asse 0°		Azimut asse 0°																			
Limitazioni di rotazione		Phi minimo -60°		Phi massimo 60°																			
		Tracking algorithm		Astronomic calculation																			
Configuratori inseguitori		N. di eliostati 259		Campo (array) identico																			
		Distanza eliostati 5.40 m		Larghezza collettori 2,384 m																			
Angoli limite ombreggiamento		Limiti phi +/- 59,8°		Fattore di occupazione 49,7%																			
Modelli utilizzati		Tasposizione Perez		Diffuso importato																			
Orizzonte		Orizzonte libero																					
Ombre vicine		Ombre libere																					
Caratteristiche campo FV																							
Modulo FV		si mono		Modello Vertex 740 W																			
PVsyst database originale		Costruttore		Trinasolar																			
Numero di Moduli FV		In serie		26 moduli in parallelo 261 stringhe																			
Numero totale di moduli FV		N. di moduli		6786 Potenza nom. unit. 740 Wp																			
Potenza globale campo		Nominale (STC)		5021,64 kWp in cond. funz. 4585 kWp (50°C)																			
Cartt. di funzionamento campo Fv (50°)		U mpp		1005 V 1 mpp 4499 A																			
Superficie totale		Superficie modulo		21078 m ² Superficie cella 20450 m ²																			
Inverter		Modello		Sunny Central 4200 UP																			
PVsyst database originale		Costruttore		SMA																			
Caratteristiche		Tensione di funzionamento		921 - 1325V Potenza mom. unit. 4200 kWac																			
Gruppo di inverter		N. di inverter		1 unità Potenza totale 4200 kWac Rapporto Phom 1.18																			
Fattori di perdita campo FV																							
Fatt. di perdita termica		Uc (cost)		20.0 W/m ² K Uv (vento) 0.0 W/m ² K/ m/s																			
Perdita ohmica di cablaggio		Res. globale campo		3.7 mOhm Fraz. perdite 1,5% a STC																			
Perdita di qualità moduli		Fraz. perdite -0,8%																					
Perdite per "mismatch" moduli		Fraz. perdite 1.0% a MPP																					
Perdita dasadattamento Strimghe		Fraz. perdite 0.10%																					
Effetto d'incidenza, profilo definito utente (IAM): Profilo definito utenute																							
<table border="1"> <tr> <td>0°</td> <td>32°</td> <td>56°</td> <td>60°</td> <td>72°</td> <td>75°</td> <td>80°</td> <td>84°</td> <td>90°</td> </tr> <tr> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>1.000</td> <td>0.999</td> <td>0.970</td> <td>0.963</td> <td>0.930</td> <td>0.870</td> <td>0.000</td> </tr> </table>						0°	32°	56°	60°	72°	75°	80°	84°	90°	1.000	1.000	1.000	0.999	0.970	0.963	0.930	0.870	0.000
0°	32°	56°	60°	72°	75°	80°	84°	90°															
1.000	1.000	1.000	0.999	0.970	0.963	0.930	0.870	0.000															



AGROVOLTAICA™



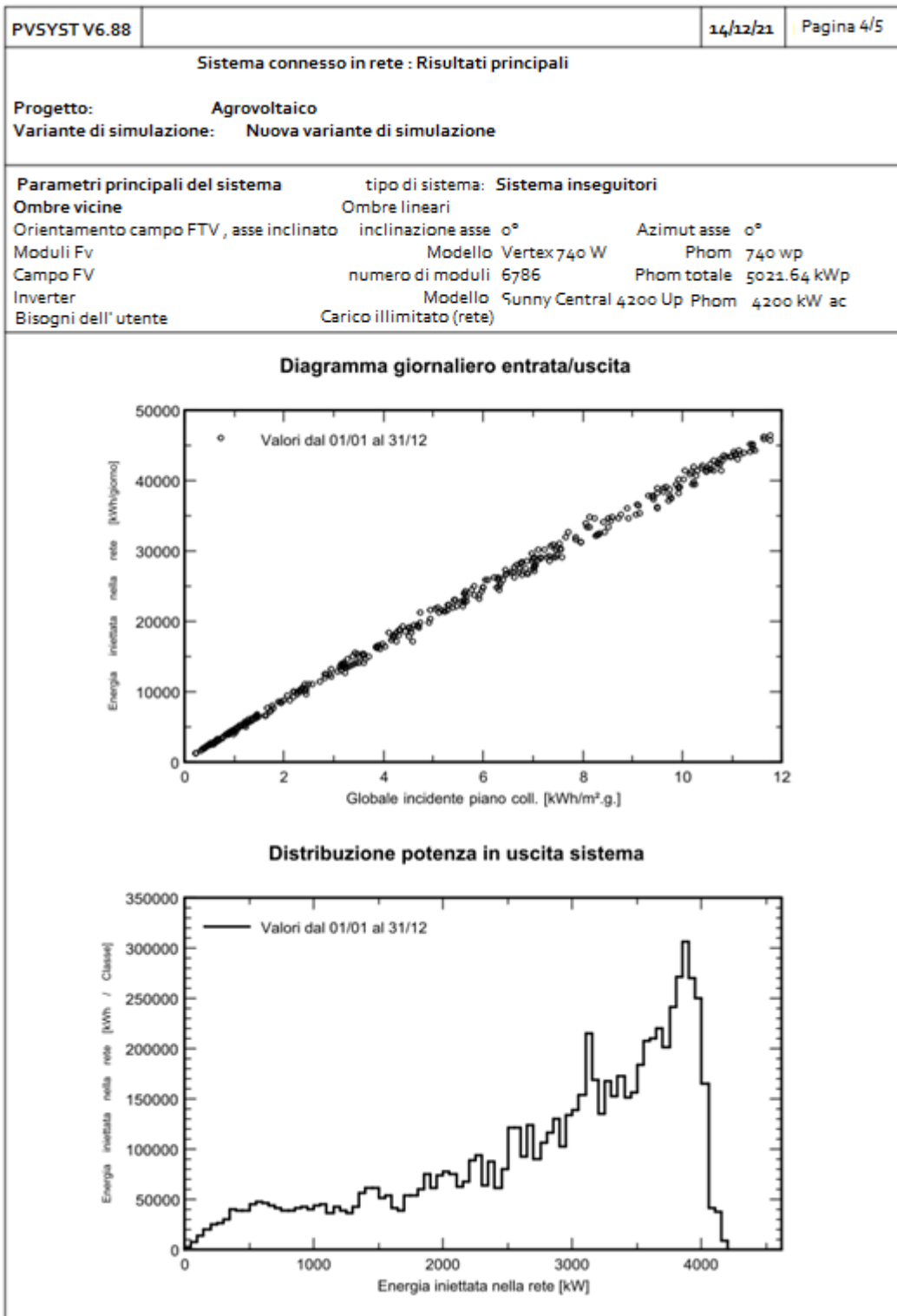


AGROVOLTAICA™

PVSYST V6.88	14/12/21	Pagina 3/5						
Sistema connesso in rete : Risultati principali								
Progetto: Agrovoltaico Variante di simulazione: Nuova variante di simulazione								
Parametri principali del sistema tipo di sistema: Sistema inseguitori Ombre vicine Ombre lineari Orientamento campo FTV , asse inclinato inclinazione asse 0° Azimut asse 0° Moduli Fv Modello Vertex 740 W Phom 740 wp Campo FV numero di moduli 6786 Phom totale 5021.64 kWp Inverter Modello Sunny Central 4200 Up Phom 4200 kW ac Bisogni dell'utente Carico illimitato (rete)								
Risultati principali di simulazione Produzione sistema Energia prodotta 7889 MWh/anno Prod. spec. 1571 kWh/kWp/anno Indice di Rendimento PR 80.96 %								
<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="width: 45%;"> <p>Produzione normalizzata (per kWp installato): Potenza nominale 4959 kWp</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Indice di rendimento PR</p> </div> </div>								
Nuova variante di simulazione Bilanci e risultati principali								
	GlobHor kWh/m ²	DiffHor kWh/m ²	T_Amb °C	GlobInc kWh/m ²	GlobEff kWh/m ²	EArray MWh	E_Grid MWh	PR
Gennaio	35.7	25.74	1.64	46.9	38.8	197	193	0.832
Febbraio	71.3	29.94	5.22	104.4	89.9	442	435	0.840
Marzo	110.3	47.38	8.95	152.2	134.3	639	629	0.834
Aprile	117.5	70.64	13.98	147.6	132.0	618	608	0.831
Maggio	175.0	74.09	17.02	225.7	206.3	930	915	0.818
Giugno	200.2	70.86	21.78	262.0	241.7	1061	1045	0.804
Luglio	218.5	75.43	23.33	292.6	268.6	1176	1158	0.798
Agosto	201.5	63.18	25.66	282.5	255.3	1112	1095	0.782
Settembre	140.9	53.03	22.42	197.7	175.3	789	777	0.793
Ottobre	86.2	40.42	12.92	123.3	106.2	506	499	0.815
Novembre	45.3	23.30	10.44	63.2	54.3	265	261	0.834
Dicembre	33.1	23.53	5.10	42.5	35.6	178	175	0.830
Anno	1435.5	597.55	14.08	1940.4	1738.4	7913	7791	0.810
Legenda: GlobHor Irraggiamento orizz. globale DiffHor Irraggiamento diffuso orizz. T_Amb T amb. GlobInc Globale incidente piano coll.		GlobEff Globale "effettivo", corr. per IAM e ombre EArray Energia effettiva in uscita campo E_Grid Energia iniettata nella rete PR Indice di rendimento						



AGROVOLTAICA™

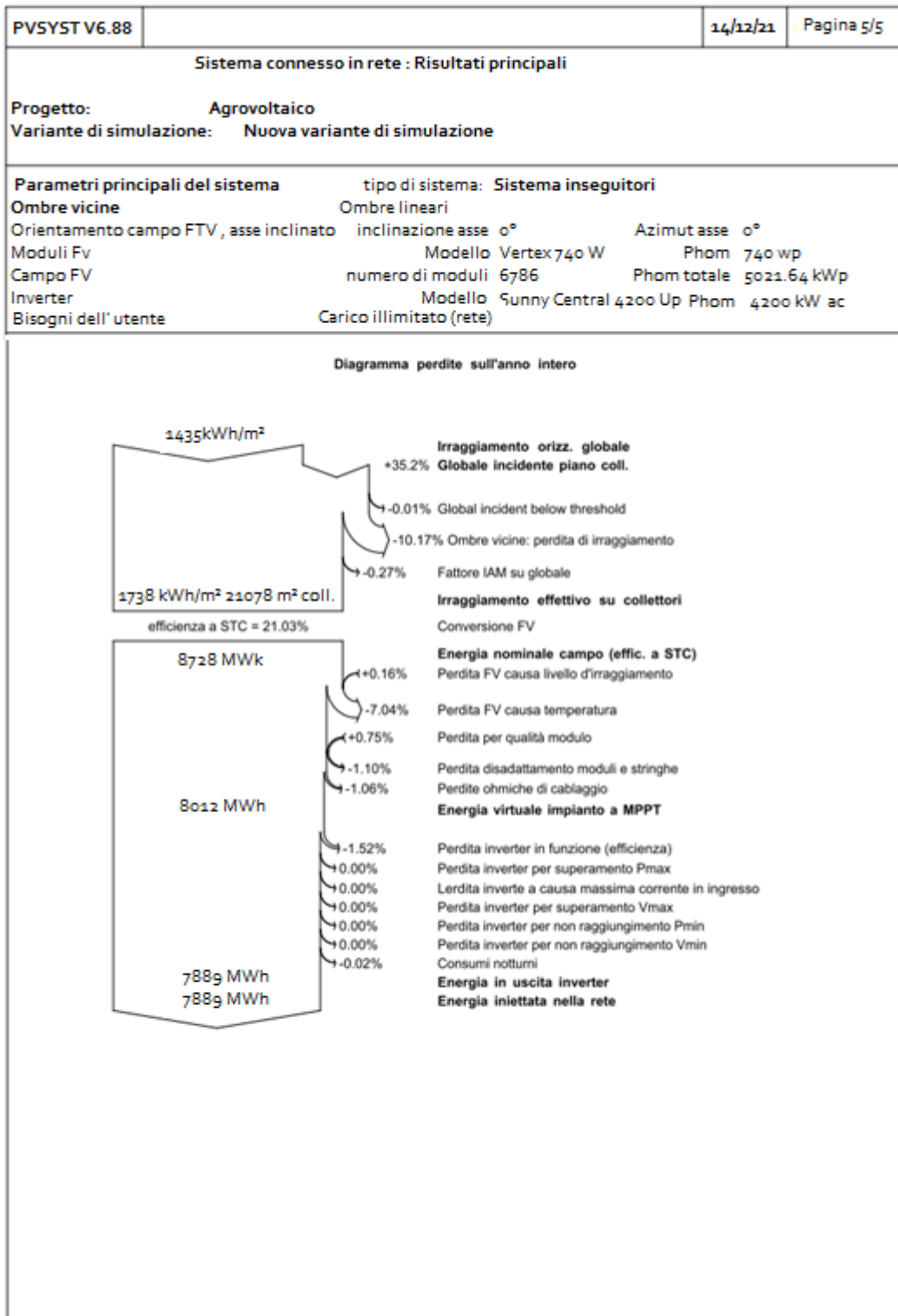


PVysst Licensed to S.T.E. Energy S.p.A. (Italy)

Traduzione senza garanzia. Solo il testo inglese fa fede.



AGROVOLTAICA™



PVsynt Licensed to S.T.E. Energy S.p.A. (Italy)

Traduzione senza garanzia. Solo il testo inglese fa fede.

3.3.2 Incremento di produzione per l'utilizzo di moduli bifacciali

Nell'impianto in analisi, si utilizzeranno moduli fotovoltaici bifacciali. Significa che anche il retro del modulo, colpito dalla radiazione riflessa dal terreno e dall'atmosfera, contribuisce alla produzione fotovoltaica. La stima è difficile, essendo questo contributo estremamente variabile in dipendenza della radiazione diretta che arriva al suolo e dall'albedo dello stesso. Dalla letteratura tecnica, riguardante questo argomento, si riscontra un aumento di produzione compreso nel range 5% - 20% della produzione della componente "Front".

L'albedo risulta estremamente variabile, anche a parità di superficie. Ad esempio, l'albedo assume un valore tipico di 0,20 per erba secca, mentre l'erba fresca ha un valore caratteristico di circa 0,26. Nel caso analizzato, nel periodo di maggior produzione, considerata le specie agricole coltivate, si può ragionevolmente assumere il valore di albedo dell'erba secca pari a colture agricole, ovvero sia un valore di **albedo 0,20**.

L'applicazione di questo coefficiente di albedo comporta, per impianti fotovoltaici mono assiali, un incremento di produzione del 10%.

La Producibilità Fotovoltaica Unitaria Annu incrementata per l'utilizzo dei moduli bifacciali è pertanto pari a 1.571 kWh/kWp

3.3.3 Perdite di efficienza nel tempo dei pannelli solari

Il produttore di moduli TRINASOLAR garantisce una perdita di efficienza del 2% per il primo anno, e del 0,45% per gli anni successivi.

Cautelativamente, si è assunto come perdita massima di efficienza dei pannelli con gli anni, il valore minimo garantito dai fornitori.

3.4 Stima di Produttività dell'impianto nel periodo di vita operativa

La produzione effettiva del pannello si calcola moltiplicando la produzione unitaria emersa dall'analisi (punto 3.2) per la potenza installata dell'impianto.

La produzione effettiva dell'impianto (anno 1) si calcola:



AGROVOLTAICA™

- Incrementando la produzione per il contributo del “Back Side”,
- Riducendola per il decadimento massimo del 2 %

Per l’impianto di **49.004,28 kW_p** la produzione all’anno 1 è quindi pari a:

$$\text{Produzione} = 49.004,28 \text{ kW}_p \times 1571 \text{ kWh} = 75.446 \text{ MWh/anno}$$

Il valore espresso in MWh della produzione annuale tiene conto della riduzione di efficienza del 2%
La tabella che segue (Tab. 1) riporta la stima di produzione per ciascun anno di vita operativa (per un totale di 30 anni) dell’impianto fotovoltaico, riducendola delle perdite per vetustà (punto 3.3):

ANNO	PRODUZIONE ANNUA (MWh/ANNO)	ANNNO	PRODUZIONE ANNUA (MWh/ANNO)
1	75.446,00	16	70.510,73
2	75.106,49	17	70.193,43
3	74.768,51	18	69.877,56
4	74.432,06	19	69.563,11
5	74.097,11	20	69.250,07
6	73.763,67	21	68.938,45
7	73.431,74	22	68.628,23
8	73.101,29	23	68.319,40
9	72.772,34	24	68.011,96
10	72.444,86	25	67.705,91
11	72.118,86	26	67.401,23
12	71.794,33	27	67.097,93
13	71.471,25	28	66.795,98
14	71.149,63	29	66.495,40
15	70.829,46	30	66.196,17

Tab.: 1 - Stima di produzione per 30 anni di vita operativa dell’impianto fotovoltaico

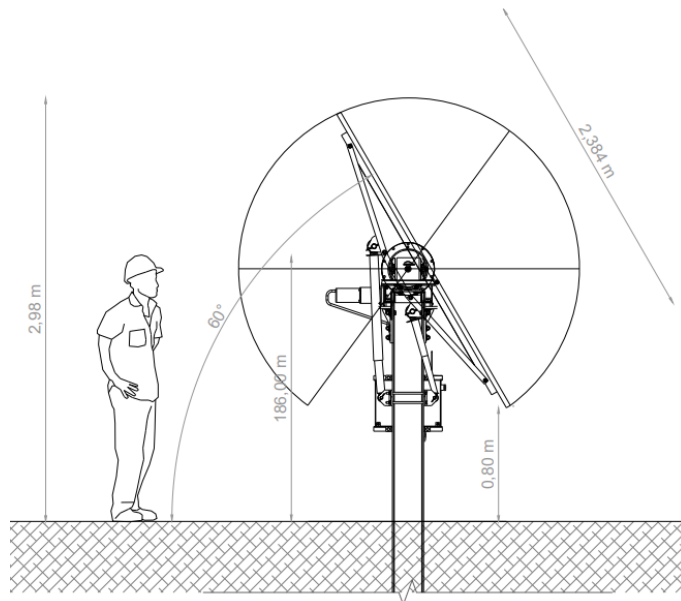
4. DESCRIZIONE DELLE OPERE IN PROGETTO

L’impianto sarà costituito da 66.222 moduli fotovoltaici, montati su inseguitori mono-assiali con orientamento nord-sud (chiamati anche tracker), uniformemente distribuiti su una superficie complessiva di circa 66 ha, per una potenza di picco complessiva dell’impianto pari a 49.004,28 MWp, che ipotizzando una produzione di 1.571 kWh/kWp darà luogo a una produzione totale di circa 75.446,00 MW per il primo anno.



AGROVOLTAICA™

L'impianto sarà composto da n. 66.222 moduli, aventi potenza di picco 740 WP, e dimensione di 1.303 mm x 2.384 mm, montati su strutture di sostegno ad inseguimento solare mono assiale. I moduli sono montati sulla struttura che ruota da Est a Ovest con angolazione massima $\pm 60^\circ$, inseguendo la posizione del sole in modo da ottimizzare la produzione di energia elettrica.



TUBI IN ACCIAIO ZINCATO PROFILO A "C"
SEZIONE 24x24x5
INFISSIONE A 2,5 m DI PROFONDITA'

Fig.2: Tracker e asse di rotazione

La scelta progettuale, in questa fase autorizzativa, è ricaduta sull'inseguitore mono assiale Arctech Skysmart prodotto dalla ARCTECH SOLAR PV-tracker; in particolare sono state previste diverse modularità standard di strutture, ciascuna con proprio gruppo di motorizzazione centrale: da 2, da 1 o da 1/2 singola stringa con capacità di installazione rispettivamente di 52,26,13 moduli fotovoltaici. Il gruppo di movimentazione è dotato di alimentazione propria ordinaria nonché di gruppo di accumulo dedicato.

L'impianto Fotovoltaico sarà strutturato in 10 sottocampi che afferiscono alle rispettive cabine di conversione CC/CA con connessa elevazione in MT.

Detti cabinati saranno collegati mediante elettrodotti interrati in MT alla sottostazione di trasformazione MT/AT.

4.1 Scavi

Le linee elettriche destinate al trasporto dell'energia e del segnale verranno, per la maggior parte, interrato con la logica di seguito descritta:

- in prossimità delle strutture a vela saranno allestiti pozzetti carrabili 60x60x60cm e 90x90x90 cm rispettivamente per la linea di segnale e di alimentazione dei tracker stessi. Tali pozzetti raccoglieranno le linee uscenti dalle vele e saranno collegati, mediante cavidotto interrato, con le dorsale del campo;
- i collegamenti tra quadri di stringa ed inverter avverrà con cavi nudi (ossia interrati direttamente e non posati all'interno di cavidotti);
- le linee MT interne al campo saranno posati con la medesima modalità;
- Gli scavi avranno in sezione dimensioni minime di:
 - 80 x 90 cm (L x H) per le linee di illuminazione perimetrali, linee videosorveglianza e linee dati;
 - 30 x 90 cm (L x H) per le linee dalle stringbox alle cabine di conversione e trasformazione;
 - 30 x 90 cm (L x H) per le linee di media tensione e bassa tensione ausiliari.

La larghezza dello scavo potrà variare in relazione al numero di linee elettriche che dovranno essere posate.

I materiali rinvenuti dagli scavi a sezione ristretta, realizzati per la posa dei cavi, saranno temporaneamente depositati in prossimità degli scavi stessi o in altri siti individuati nel cantiere. Successivamente lo stesso materiale sarà riutilizzato per il rinterro. Le linee verranno segnalate con opportuno nastro segnalatore interrato.

4.2 Fondazioni

Per quanto riguarda le fondazioni superficiali, la profondità del piano di posa è stata scelta in modo da superare lo strato superficiale di terreno vegetale, dove le caratteristiche del terreno sono tali da non assicurare una portanza sufficientemente elevata. Le platee di fondazione avranno la funzione

di assicurare un carico limite del terreno superiore al carico trasmesso, di assicurare che i cedimenti massimi siano limitati e compatibili con la struttura.

I locali tecnici avranno fondazioni diverse in dipendenza della loro tipologia:

- le Cabine Inverter e di trasformazione bt/MT. Trattasi di apparecchiature prefabbricate con vasche integrate per la risalita cavi.

La Tavola 18 riporta le dimensioni delle opere di fondazione, il cui dimensionamento è riportato nella relazione strutturale; La quota di appoggio dei container sarà posta a 60 cm dal piano di campagna, al fine di evitare il contatto dei container con il suolo e con l'umidità in caso di pioggia. La superficie della piazzola di collocamento dei container sarà ricoperta con ghiaia. e/o da una semplice soletta di calcestruzzo tipo marciapiede;

- cabine dello Storage (cabinati batterie e cabinati inverter).sarà dotata di fondazioni gettate in opera come da progetto e rialzati di 60 cm rispetto al piano di campagna.
- la Cabina di Consegna, interna alla Sotto Stazione MT/AT sarà dotata di fondazioni gettate in opera come da progetto

4.3 Strutture di sostegno del generatore fotovoltaico (tracker)

I moduli fotovoltaici saranno installati su strutture ad inseguimento solare di tipo “mono-assiale” che girano attorno ad asse polare (la rotazione avviene attorno ad un asse parallelo all'asse di rotazione terrestre nord-sud) prodotto dalla ARCTECH che consente di realizzare gruppo ad inseguimento di lunghezza fino a circa 90 m con un unico gruppo motorizzato centrale in corrente continua, alimentato da un sistema isolato costituito da un pannello fotovoltaico ed un gruppo di accumulo dedicato.





AGROVOLTAICA™

Fig.3: Tracker

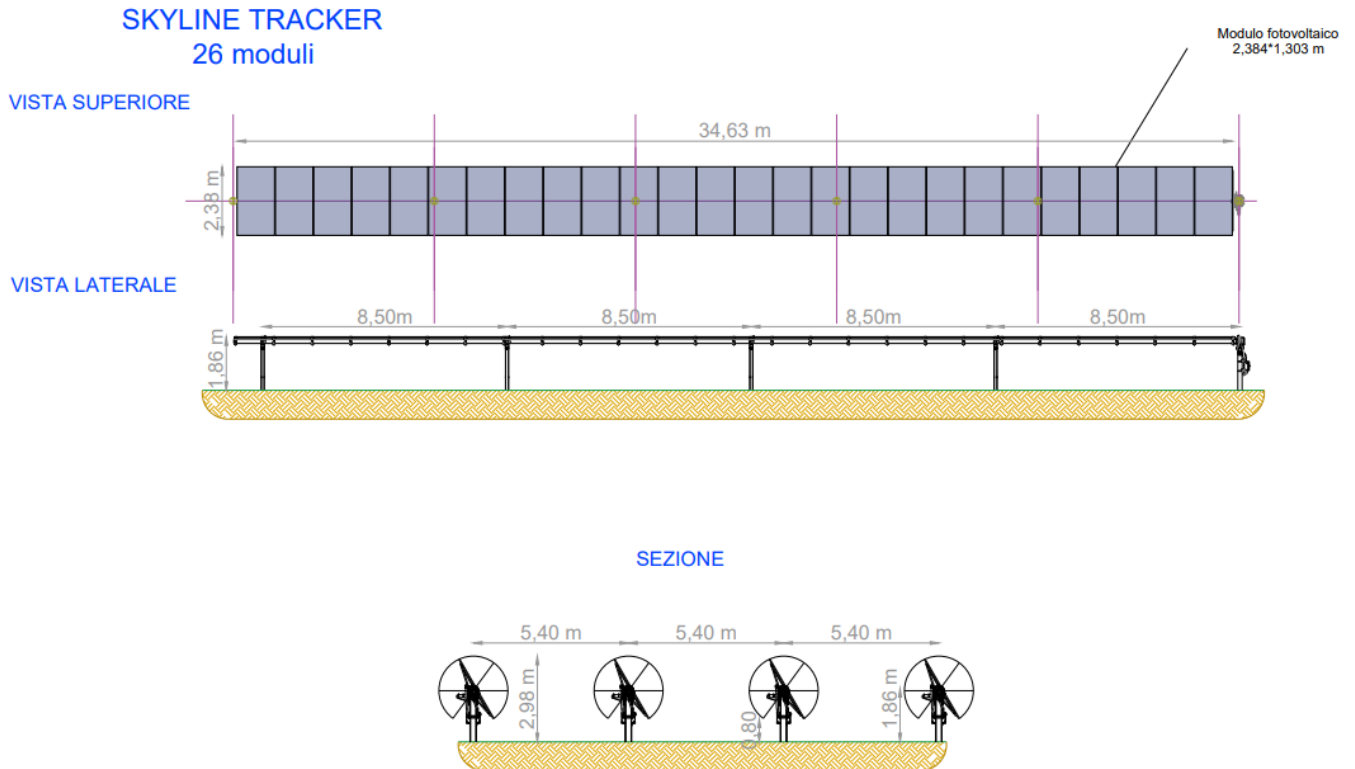


Fig. 4: Sezioni e altezze dei Tracker



AGROVOLTAICA™

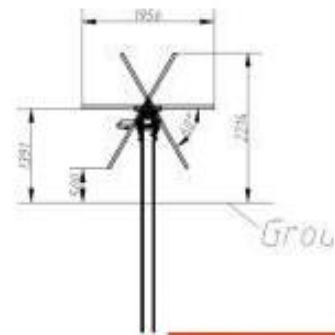
SKYLINE TRACKER SPECIFICATIONS

Tracking Type	Independent Horizontal Single Axis Tracker
Tracking Range	Up to 120°(±60°)
Driving System	One Slewing Gear, 24VDC Motor
Modules per Tracker	Up to 90 modules per tracker
System Voltage	1,000 Volt or 1,500 Volt
Ground Coverage Ratio	Fully configurable by customer, typical range 33%-55%
Foundation Options	Ramming/Pre-drilling/Concrete Piles/Screw Pile
Terrain Adaption	Up to 20% N-S Slope
Structure Material	Hot Dipped Galvanized/Pre-Galvanized Steel
Power Supply	Self-powered PV series
Daily Energy Consumption	Typical 0.08kWh/motor
Standard Wind Design	105mph (47m/s) per ASCE7-10, higher wind load available
Wind Protection	Stow when wind speed > 18m/s
Module Supported	Most commercially available
Operation Temperature	-30°C to 60°C

ELECTRONIC CONTROLLER SPECIFICATIONS

Control System	1 Controller per 3 Trackers
Control Algorithm	Astronomical Algorithms + Tilt Sensor Close Loop
Tracking Accuracy	≤ ±2°
Backtracking	Yes
Communication Options	RS 485 cable/LoRa wireless
Night Position	Yes

Typical 72-cell 6-51 configuration 92.3m row with 90 modules mounted in portrait



Tab. 2: Scheda tecnica Tracker

CONFIGURAZIONE D'IMPIANTO		
altra tipologia (pitch) (I)	[m]	5,40
Lunghezza blocco ad inseguimento (L)	[m]	69,286 – 34,63– 17,29
Altezza minima dal terreno (D)	[m]	0,40

Tab. 3: Specifiche dimensioni macroscopiche del sistema tracker.

Le file di inseguitori (TRACKER) saranno collocate ad un pitch (distanza interfilare) di 5,40 m, che rappresenta un compromesso tra le esigenze di massimizzare la producibilità specifica (all'aumentare della distanza si riducono gli ombreggiamenti reciproci) e quella di massimizzare la potenza di picco installata.

Il piano dei pannelli è fissato ad un asse di rotazione, posta all'altezza dal suolo di 1,86 m, ed è sorretto da file di pali, infissi nel terreno con interasse dai 7 ai 8,50 metri.

I pali sono posti in opera con semplice battitura ed infissi per una profondità di circa 2,5 metri



Fig.5: Esempio di fissaggio delle strutture di supporto

5 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto in oggetto è di tipo grid-connected e la modalità di connessione è in "Trifase in alta tensione".

La potenza dell'impianto è pari a 49.004,28 kWp.

Dati caratteristici:

Il generatore fotovoltaico (dal punto di vista elettrico) è costituito da:

- 66.222 moduli fotovoltaici della potenza di 740 Wp cadauno
- 2547 stringhe da 26 moduli cadauna;
- 110 Quadri di Stringa ,Stringbox;
- 10 SMA MV POWER STATION (4000-4200-4400) – UP, costituite a loro volta da:
 - Inverter
 - Quadro Generale bt di cabina di trasformazione (Skid);
 - Trasformatore di potenza bt/MT
 - Quadro di media tensione MT;
 - Quadro servizi ausiliari di bt;
 - Trasformatore bt/bt per alimentazione degli ausiliari di cabina;
 - Sistema di dissipazione del calore e controllo temperatura ambiente di cabina;
 - Misura di potenza, energia, parametri metereologici e Performance dell'impianto;
 - Apparecchiature di misura;
 - Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli;
 - Valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di avvio dell'impianto;
 - Valutazioni delle prestazioni di energia;
 - Valutazioni delle prestazioni di potenza;
 - Nuovi indicatori normalizzati di prestazioni di impianti fotovoltaici;
 - Verifica delle prestazioni in corrente continua di un generatore fotovoltaico;
 - Sistema SCADA ed RTU e telecontrollo;
 - Cavi di controllo e TLC;
 - Sistema di sicurezza antintrusione;
- Cavi di potenza MT e bt;
- Rete di terra e sovratensioni impianto fotovoltaico;
- Impianto di illuminazione e videosorveglianza.

La configurazione per ciascun sottocampo è descritta nella seguente tabella :

	2 STRINGHE	1 STRINGA	13 MODULI	TOT. STRINGHE	Wp	QdS	kWp	mdouli 740 Wp
CAMPO 1	114	38	10	271	740	12	5214,04	7046
CAMPO 2	105	55	4	267	740	11	5137,08	6942
CAMPO 3	134	17	12	291	740	12	5598,84	7566
CAMPO 4	102	51	12	261	740	11	5021,64	6786
CAMPO 5	109	55	8	277	740	12	5329,48	7202
CAMPO 6	112	18	10	247	740	12	4752,28	6422
CAMPO 7	116	11	10	248	740	11	4771,52	6448
CAMPO 8	80	17	14	184	740	8	3540,16	4784
CAMPO 9	93	35	34	238	740	10	4579,12	6188
CAMPO 10	108	31	32	263	740	11	5060,12	6838
TOTALI	1073	328	146	2547		110	49004,28	66222

Tab 4: Sottocampi, stringhe e QdS

5.1 Pannelli fotovoltaici

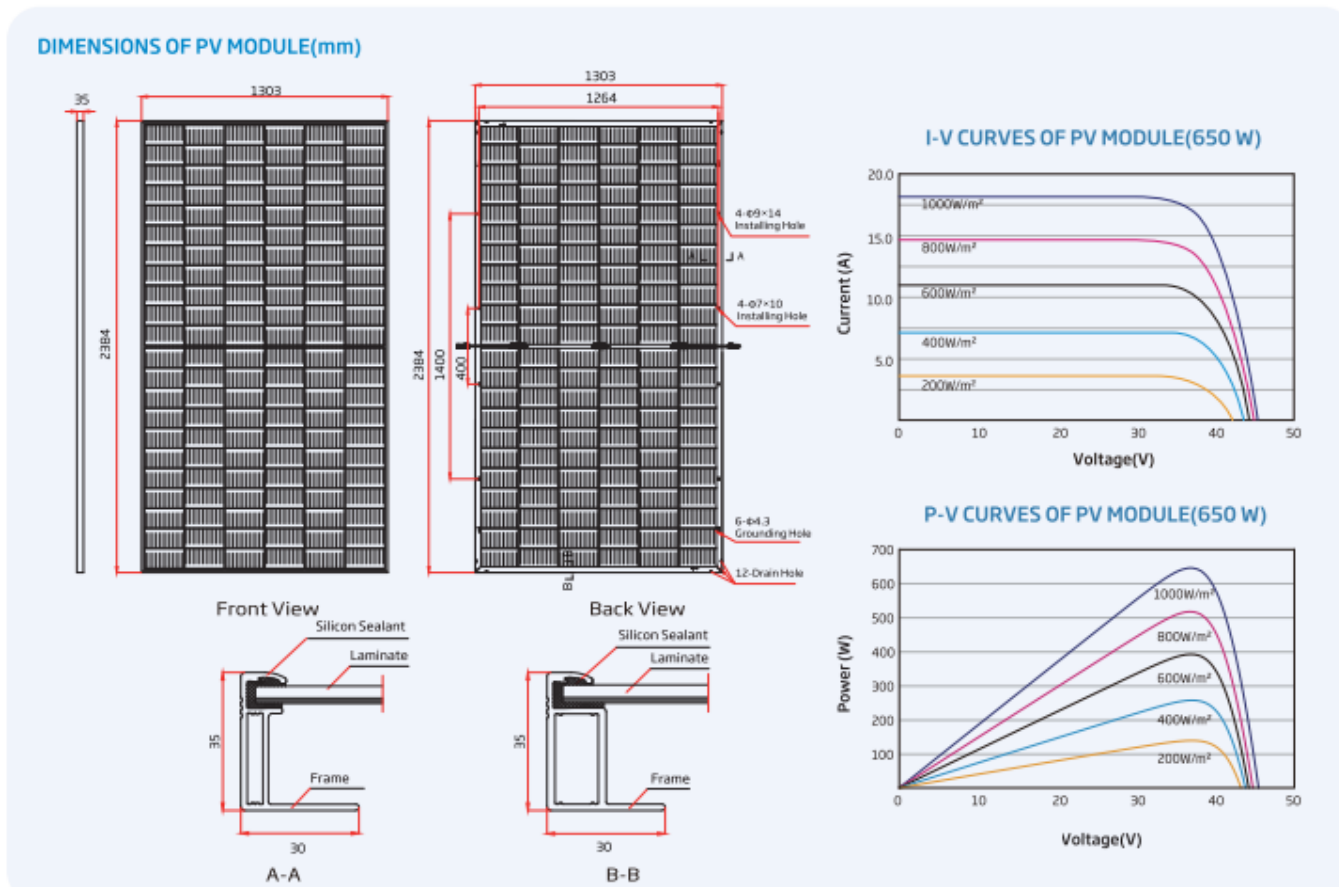


Fig. 6.: Caratteristiche dimensionali del modulo Fotovoltaico

I moduli fotovoltaici saranno scelti in modo da avere valori di efficienza tali da minimizzare i costi proporzionali all'area dell'impianto nonché in funzione dei requisiti funzionali, strutturali ed architettonici richiesti dall'installazione stessa e avranno caratteristiche elettriche, termiche e meccaniche:

- certificazione TUV su base IEC 61215;
- certificazione TUV su base IEC 61730;
- cavi precablati e connettori rapidi tipo MC4;
- certificazione IP67 della scatola di giunzione.

Ciascun modulo è accompagnato da un data-sheet e da una targhetta che sottoposta a foto e termodegradazione, possa durare nel tempo apposto sopra il modulo fotovoltaico, riportante le principali caratteristiche del modulo stesso, secondo la Norma CEI EN 50380. I moduli saranno provvisti di cornice, tipicamente in alluminio, che oltre a facilitare le operazioni di montaggio e permettere una migliore distribuzione degli sforzi sui bordi del vetro, costituisce una ulteriore barriera all'infiltrazione di acqua. Il generatore fotovoltaico è costituito dai 66.222 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino scelto fra le macchine tecnologicamente più avanzate presenti sul mercato, dotato di una potenza nominale pari a 740 Wp, costruito da TRINASOLAR, modello VERTEX 740p, basato sulla cella solare monocristallina Mono TR caratterizzata da un'alta efficienza di conversione, oltre ad essere caratterizzato da una perdita di efficienza annua molto bassa, quantificata dal costruttore. In sede di progettazione definitiva, prezzi di mercato più o meno favorevoli potranno orientare la scelta verso altra tipologia di pannelli.

Il pannello è caratterizzato da un'alta efficienza di conversione fino al 21,03%, oltre ad essere caratterizzato da una perdita di efficienza annua molto bassa che corrisponde al 2% nel primo anno e allo 0,45% nei 29 anni successivi.

Nella scheda seguente il riepilogo dei principali dati costruttivi dei moduli identificati in progetto.

Il modulo fotovoltaico avrà inoltre le seguenti principali caratteristiche:

- 12 anni di garanzia del prodotto da difetti di materiali e lavorazione;
- 30 anni di garanzia del rendimento con perdite del 2% primo anno e 0,45% negli anni successivi
- Telaio in alluminio anodizzato in grado di soddisfare i più alti standard qualitativi in fatto di stabilità e resistenza alla corrosione.
- Vetro temperato frontale antiriflesso in grado di garantire l'adeguatezza ai più severi standard meccanici ed elettrici;
- Certificati: IEC 61215 & IEC 61730 CERTIFIED PRODUCT
- ISO9001:2015, ISO14001:2015, ISO45001:2018 CERTIFIED FACTORY
- Il fornitore dei moduli aderisce al consorzio di riciclo PV CYCLE
- Marcatura CE.

I moduli saranno connessi in serie tra loro, in modo da formare stringhe da 26 moduli, per mezzo di cavi con conduttori in rame isolati in EPR, con tensione di isolamento 1500 Vdc e idonei per la posa fissa in ambiente esterno e soprattutto resistenti alla radiazione solare (Cavi tipo H1Z2Z2-K (ex

FG21M21) – c.d. “cavi solari”). Come sopra accennato, ciascuna stringa è quindi collegata direttamente ad uno degli ingressi delle sezioni MPPT degli inverter attraverso i quadri di stringa come dettagliato negli schemi elettrici riportati nelle tavole grafiche.

I moduli saranno inoltre fissati alle strutture di sostegno ad inseguimento mediante viti e dadi anti effrazione

5.2 Quadri di Stringa

Il collegamento elettrico tra i singoli moduli è del tipo “in serie”, in maniera tale da formare una stringa di 26 moduli: tale collegamento avverrà mediante i cavi in dotazione ai singoli moduli, ed impiego di cavi “solari”, ubicati sul retro della struttura portante. Un massimo di 24 stringhe verranno fatte confluire in un quadro di stringa (o stringbox). Per ogni sottocampo verranno impiegati un massimo di 12 quadri di stringa.

I quadri di stringa verranno posti in posizione ombreggiata sotto le vele (tracker) così da non essere sottoposti alla luce diretta del sole.

Ai quadri di stringa saranno connesse le stringhe, conterranno un sezionatore generale e, come protezione per le stringhe stesse, opportuni fusibili nel rispetto delle norme impiantistiche (CEI 64-8, CEI 82-25 v.3).

Esso sarà inoltre dotato delle apparecchiature necessarie per il monitoraggio delle stringhe ad esso afferenti e di uno scaricatore di sovratensione (SPD).

Infine una porta di uscita seriale RS485 permetterà il suo collegamento al sistema generale di telecontrollo. L’impianto prevede, nel complesso, n. 110 Quadri di Stringa che effettuano il parallelo delle stringhe. I quadri sono realizzati in materiale isolante idonei per installazione

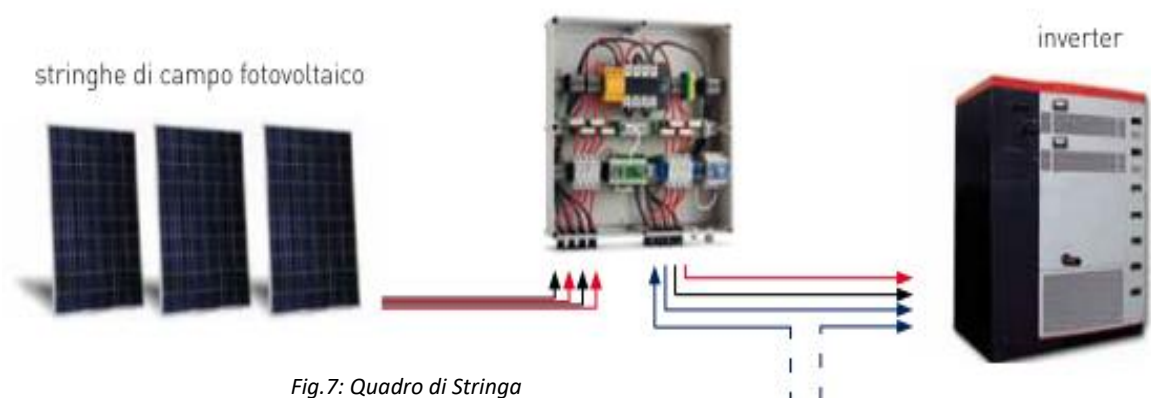


Fig.7: Quadro di Stringa

all'esterno con grado di protezione IP 65.

Ogni quadro di stringa sarà dotato dei seguenti organi di sezionamento e/o protezione:

Sull'arrivo delle stringhe:

- un fusibile di protezione da 12A per ogni stringa, laddove vi sono stringhe in
- parallelo vi sarà un fusibile da 20°;
- un sensore di corrente per ogni stringa;
- convertitori e alimentatore.

Sulla partenza un sezionatore di carico bipolare.

I quadri di stringa saranno installati il più vicino possibile alle stringhe e collegati agli inverter modulari mediante cavi di adeguata sezione direttamente interrati.

5.3 Gruppo di conversione C.C./C.A.

Come precedentemente esposto, la conversione C.C./C.A. avverrà tramite l'installazione di 10 inverter centralizzati SMA, modello SC (4000-4200-4400) UP (-US) o similari con funzionalità in grado di sostenere la tensione di rete e contribuire alla regolazione dei relativi parametri.

Le cabine pre-assemblate tipo SMA MV POWER STATION comprendono gli inverter ed un trasformatore elevatore oltre che l'insieme dei componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento, protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, secondo i richiesti requisiti normativi, tecnici e di sicurezza.

5.4 SMA POWER STATION

Le power station utilizzate sono:

- SMA MV POWER STATION 4000-S2: n.5
- SMA MV POWER STATION 4200-S2: n.4
- SMA MV POWER STATION 4400-S2: n.1



Fig.8: MV POWER STATION



AGROVOLTAICA™

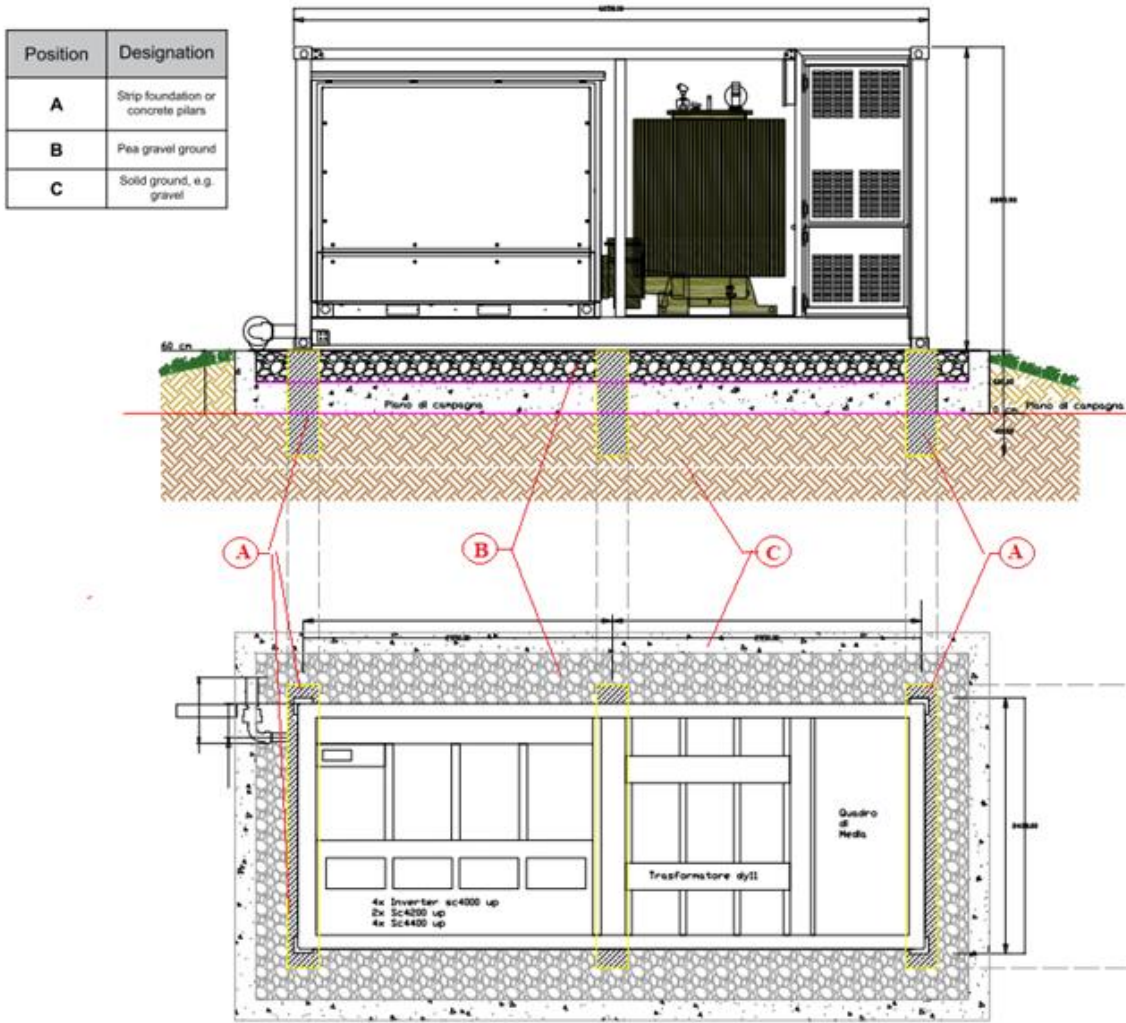


Fig.9 SMA Power Station

Nell'impianto in progetto sono previsti inverter SMA SC 4000/4200/4400 UP le cui caratteristiche sono: riportate di seguito:

Technical Data	SC 4000 UP	SC 4200 UP	SC 4400 UP
DC side			
MPP voltage range V_{DC} (at 25 °C / at 50 °C)	880 to 1325 V / 1100 V	921 to 1325 V / 1100 V	962 to 1325 V / 1100 V
Min. DC voltage $V_{DC, min}$ / Start voltage $V_{DC, start}$	849 V / 1030 V	891 V / 1071 V	934 V / 1112 V
Max. DC voltage $V_{DC, max}$	1500 V	1500 V	1500 V
Max. DC current $I_{DC, max}$	4750 A	4750 A	4750 A
Max. short-circuit current $I_{DC, sc}$	6400 A	6400 A	6400 A
Number of DC inputs	busbar with 26 connections per terminal, 24 double pole fused (32 single pole fused)		
Number of DC inputs with optional DC coupled storage	18 double pole fused (36 single pole fused) for PV and 6 double pole fused for batteries		
Max. number of DC cables per DC input (for each polarity)	2 x 800 kcmil, 2 x 400 mm ²		
Integrated zone monitoring	○		
Available PV fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A		
AC side			
Nominal AC power at $\cos \varphi = 1$ (at 25 °C / at 50 °C)	4000 kVA / 3400 kVA	4200 kVA / 3570 kVA	4400 kVA / 3740 kVA
Nominal AC power at $\cos \varphi = 0.8$ (at 25 °C / at 50 °C)	3200 kW / 2720 kW	3360 kW / 2856 kW	3520 kW / 2992 kW
Nominal AC current $I_{AC, nom}$ (at 25 °C / at 50 °C)	3850 A / 3273 A	3850 A / 3273 A	3850 A / 3273 A
Max. total harmonic distortion	< 3% at nominal power		
Nominal AC voltage / nominal AC voltage range ^{1) 91}	600 V / 480 V to 720 V	630 V / 504 V to 756 V	660 V / 528 V to 759 V
AC power frequency / range	50 Hz / 47 Hz to 53 Hz 60 Hz / 57 Hz to 63 Hz		
Min. short-circuit ratio at the AC terminals ⁹⁾	> 2		
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable ^{1) 10)}	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited		
Efficiency			
Max. efficiency ²⁾ / European efficiency ²⁾ / CEC efficiency ²⁾	98.8% / 98.6% / 98.5%	98.8% / 98.7% / 98.5%	98.8% / 98.7% / 98.5%

CARATTERISTICHE MECCANICHE

Dimensions (W / H / D)	2815 / 2318 / 1588 mm (110.8 / 91.3 / 62.5 inch)
Weight	< 4000 kg / < 8818.5 lb

Gli inverter saranno dotati di un sistema di diagnostica interna in grado di inibire il funzionamento in caso di malfunzionamento, e devono essere dotati di sistemi per la riduzione delle correnti armoniche, sia sul lato CA e CC. Gli inverter saranno dotati di marcatura CE.



Fig. 10: Inverter Sunny Central Up

Gli inverter dovranno rispettare i seguenti standard principali: EN 50178; IEC/EN 62109-1; IEC/EN 62109 2; IEC/EN61000-6-2; IEC/EN61000-6-4; IEC 62109-1; IEC 62109-2; IEC/EN61000-3-11; IEC/EN61000-3-12; IEC/EN61000-3 series; IEC/EN61000-6 series; Annexes A68 e A70 TERNA.

5.5 Trasformatore.

Il rendimento di un trasformatore è definito come rapporto tra potenza resa e potenza assorbita. Sebbene il rendimento di un trasformatore sia sempre piuttosto elevato (generalmente non inferiore al 96%), è utile capire in quale situazione questo rendimento sia massimo. Per procedere con questo calcolo, occorre definire le perdite di un trasformatore che si distinguono in:

PERDITE A VUOTO: sono dette “perdite nel ferro”, dipendono dal quadrato della tensione e sono praticamente indipendenti dal carico. Esistono ogniqualvolta il trasformatore è alimentato. Hanno

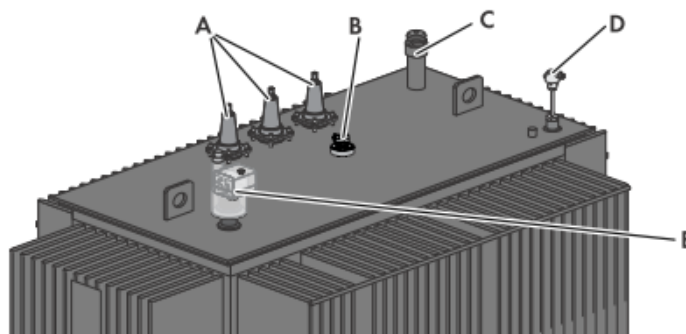


sede nel nucleo ferromagnetico in cui è presente un flusso d'induzione sinusoidale. Sono dovute alle perdite per isteresi e alle perdite per correnti parassite (o di Foucault). Possono essere ridotte migliorando la qualità dei lamierini magnetici.

PERDITE A CARICO: sono le perdite nei conduttori degli avvolgimenti, dette "perdite nel rame". Dipendono dal quadrato della corrente che scorre nei conduttori stessi e quindi dipendono fortemente dal carico. Esistono solo se circola una corrente di carico. Sono dovute principalmente alle perdite per effetto Joule nei conduttori. Ad esse si aggiungono le perdite addizionali, che sono dovute agli effetti dei flussi magnetici variabili nel tempo che investono i conduttori e le altre parti metalliche dei trasformatori. Possono essere ridotte aumentando la sezione dei conduttori e con una opportuna disposizione degli avvolgimenti in modo da ridurre le perdite addizionali.

Components of the Medium-Voltage Transformer

The medium-voltage transformer is the link between the inverter and the medium-voltage grid. The positions of the operating- and display elements of the medium-voltage transformer can vary depending on the manufacturer and the selected order option. Pressure and oil level can be monitored via an hermetic protection relay depending on the order option.



Position	Designation
A	High-voltage enclosure openings for the connection of AC cables.
B	Tap changer for adjusting the transmission ratio*
C	Oil filler neck with pressure relief valve*
D	Oil temperature (thermometer PT100)
E	Hermetic protection device or single devices for pressure and oil level*

* Optional

Fig.11: Trasformatore



AGROVOLTAICA™

TECHNICAL DATA SHEET

Medium Voltage Transformer 3780 kVA
for Medium Voltage Power Station MVPS-4200-S2



TYPE	Medium-voltage transformer for inverter application	
DESIGN	Three-phase-liquid immersed-transformer hermetically sealed suitable for Q@Night	
RATED POWER @ 50 °C	[kVA]	3780
RATED POWER @ 25 °C	[kVA]	4200
RATED CURRENT HV/LV @ 50°C	[A]	63 / 3464
RATED CURRENT HV/LV @ 25°C	[A]	70 / 3849
RATED VOLTAGE [HV/LV]	[kV/kV]	34.5 / 0.630
TAP CHANGER	With	
TAPPING HIGH-VOLTAGE LEVEL	[%]	10%, 7.5%, 5%, 2.5%, 0%, -2.5%, -5%
FREQUENCY	[Hz]	60
VECTOR GROUP	Dy11	
NO-LOAD LOSSES (AT RATED VOLTAGE)	[W]	4000
LOAD LOSSES (AT 85 °C WINDING TEMPERATURE)	[W]	39900
PEAK EFFICIENCY INDEX (PEI)	[%]	99.332
IMPEDANCE @ 85 °C WINDING TEMPERATURE	[%]	6.5 ± 7.5%
ZERO SEQUENCE IMPEDANCE	infinite (no neutral)	
X/R RATIO @ 85 °C WINDING TEMPERATURE	>5 , < 10	
MAX. VOLTAGE FOR EQUIPMENT Um	[kV]	38
TYPE OF LOAD	Inverter THDI < 3%	
TYPE OF COOLING	KNAN	
MAX. ALTITUDE ABOVE SEA LEVEL	[m]	2000
AMBIENT TEMPERATURES (MIN. / MAX.)	[°C]	-25 / 50
MAX. OVER TEMPERATURE (WINDING / LIQUID)	[K]	70 / 75
SHORT-CIRCUIT DURATION	[s]	2
MANUFACTURERS REGULATION	IEC 60076 / IEC 60076-14 ANSI C57.12.00 / C57.12.36 / C57.154	
INSULATION	Thermally Upgraded Paper	
INSULATION LEVEL (BIL) HV/LV	[kV]	150/30
HIGH-VOLTAGE BUSHING	Outside conical socket-contact 600 A without plug	
LOW-VOLTAGE BUSHING	[A]	4000
MAX. DIMENSIONS (LxWxH)	[mm]	2200 x 1606 x 2210
	[in]	86.6 x 63.2 x 87.0
TOTAL WEIGHT (APPROX.)	[kg]	7000
	[lb]	15432
LIQUID WEIGHT (APPROX.)	[kg]	1780
	[lb]	3924
LIQUID TYPE	FR3 or MIDEI	
WINDING MATERIAL HV/LV	Al / Al	
COATING according to ISO 12944-5	C3H	
FANS	NO	
ELECTROSTATIC SHIELD WINDING	NO	
SPECIAL FEATURES	NO	
TRANSFORMER PROTECTION	Resistance thermometer PT100 for analog liquid temperature measurement Pressure Sensor Fluid Level Switch	
ACCESSORIES	- Liquid filling pipe - Liquid drain valve - Lifting lugs - Earthing terminals - Pressure Relief Device - Nameplate	

All technical data subject to change at any time without notice. SMA assumes no liability for typographical or other errors.

Values subject to tolerances according to IEC 60076 and ANSI C57
Values only valid for WESTRAFO transformer, values for other manufacturers may differ



Fig.12: Quadro di media tensione

5.6 Quadro di Media Tensione isolato in gas 8DJH

E' un quadro tripolare per interni assemblato in fabbrica, sottoposto a prove di tipo e dotato di involucro metallico a singolo sistema di sbarre. Il quadro 8DJH viene usato in sistemi per la fornitura di energia industriali e nelle reti pubbliche del livello di distribuzione secondaria

- Fino a 17,5 kV, 25 kA, 630 A sbarra, 630 A derivazione
- Fino a 24 kV, 20 kA, 630 A sbarra, 630 A derivazione
- Involucro metallico
- Isolato in gas
- Capsula a tenuta ermetica
- Assemblato in fabbrica, sottoposto a prove di routine secondo la norma IEC 62271-200
- Sottoposto a prove di tipo secondo la norma IEC 62271-2

Le caratteristiche tecniche del Quadro di Media Tensione sono elencate nella seguente tabella

Dati tecnici

x

Tensione nominale	kV	7.2	12	15	17.5	24
Tensione di prova a frequenza industriale	kV	20	28	36	38	50
Tensione nominale di tenuta a impulso	kV	60	75	95	95	125
Frequenza nominale	Hz	50/60	50/60	50/60	50/60	50/60
Corrente di esercizio nominale sbarra	A	630	630	630	630	630
Corrente di esercizio nominale derivazione	A	630	630	630	630	630
Corrente nominale di breve durata, 1 s	kA	25	25	25	25	25
Corrente nominale di breve durata, 3 s	kA	20	20	20	20	20
Corrente nominale di picco	kA	63/65	63/65	63/65	63/65	50/52
Corrente di stabilimento nominale in cortocircuito	kA	63/65	63/65	63/65	63/65	50/52
Dimensioni - Larghezza - Profondità - Altezza	mm	310/430/500 775 1200/1400/1700	310/430/500 775 1200/1400/1700	310/430/500 775 1200/1400/1700	310/430/500 775 1200/1400/1700	310/430/500 775 1200/1400/1700

Classificazione arco interno (opzionale)	
Classificazione arco interno, IAC Classe IAC per - installazione a parete - installazione stand-alone	Tensione nominale da 7.2 kV a 24 kV IAC A FL IAC A FLR
Tipo di accessibilità A - F - L - R	Quadri elettrici in posizione di servizio elettrico chiuso, accesso "solo per personale autorizzato" (norma IEC 62271-200) Frontale Laterale Posteriore (stand-alone)
Corrente di prova	fino a 21 kA
Durata della prova	1 s

Tab. 6, 7: Scheda tecnica Quadro di media tensione

La misura dell'energia prodotta viene effettuata da un contatore M1 che deve essere in grado di rilevare l'energia prodotta su base oraria ed essere dotato di un dispositivo per l'interrogazione ed acquisizione per via telematica delle misure da parte del gestore di rete.

La misura dell'energia scambiata con la rete e di quella assorbita dai servizi ausiliari di cabina e in genere effettuata da un unico contatore elettronico bidirezionale ed il sistema di misura deve essere di tipo orario e di tipo MID.



AGROVOLTAICA™

La valutazione delle prestazioni degli impianti fotovoltaici in fase di normale esercizio viene effettuata con le modalità indicate nella Norma CEI EN 61724, cioè determinando il fattore di prestazione PR (in un dato periodo giornaliero, mensile o annuale).

In particolare si riportano di seguito le modalità di valutazione delle prestazioni che verranno attuate nelle fasi di avvio ed esercizio dell'impianto.

5.7 Rete MT di connessione cabine/stazione produttore

Il sistema elettrico di connessione del parco è ripartito in 10 sottocampi, suddivisi in 2 settori ciascuno, ed è costituito da:

- N. 10 cabine bt/MT di trasformazione 20 kV integrati nelle sezioni dello skid Inverter
- N. 10 linee MT in cavo interrato che collegheranno le cabine di ciascun settore tra loro alla stazione di trasformazione MT/AT del produttore, da posare parte all'interno della proprietà, lungo la viabilità podereale esistente, come individuato nelle planimetrie di progetto, per una distanza media di 1 km.; i cavi saranno posati all'interno di appositi cavidotti interrati opportunamente segnalati con apposito nastro colorato.

Più precisamente:

- i 5 cavi MT del settore 1 (area est) connettono alla stazione MT/AT le cabine n. 1, 3, 5, 7, 9;
- i 5 cavi MT del settore 2 (area ovest) connettono alla stazione MT/AT le cabine n.2, 4, 6,8 e 10;

Per maggiori dettagli si rimanda agli elaborati grafici allegati al progetto.

5.8 Cavi DC/AC e MT

Le tipologie di cavi (formazione, guaina, protezione ecc.) individuate garantiscono una durata di esercizio ben oltre la vita dell'impianto anche in condizioni di posa sollecitata.

Nel seguente schema sono sintetizzate le modalità di posa dei cavi di impianto:

RETE DC (corrente continua):

- Cablaggio interno del generatore fotovoltaico;
- rete precablata interna alle strutture portanti (tracker), ovvero cavi in posa libera su canalette fissate alle strutture di sostegno, protette dalla sagoma della carpenteria, con fascette anti-UV dove serve ed equipaggiate ai terminali di stringa con connettori IP65.
- Cablaggio quadri di parallelo/inverter;

- cavi in posa intubata con PVC corrugato rigido o flessibile in cavidotto interrato.

RETE AC (corrente alternata):

- Cablaggio inverter/trafo;
- cavi/sbarre in alluminio nei passaggi cavi interni in cabina MT.
- Cablaggio trafo/uscita cabina di consegna;
- cavi MT in cavidotto.

La posa, interrata per le parti di attraversamento, dei cavi elettrici costituenti gli impianti in oggetto è stata prevista in canalizzazioni distinte o comunque dotate di setti separatori interni per quanto riguarda le tipologie di circuiti:

- energia elettrica prodotta;
- trasmissione dati.

Le condutture MT di collegamento tra le cabine del parco (dalla Cabina 1 alla Cabina 10) saranno realizzate in cavo di alluminio ARE4H1RX della sezione di 3x1x300mm², interrato alla profondità di 0.90 m, come da percorso illustrato nelle Tavole di progetto allegate.

5.9 Sotto Stazione Utente

Locale dedicato a Impianto di Accumulo (BESS)

Il locale quadri sarà formato da una struttura prefabbricata di dimensioni in pianta 15,05 x 10,61 m, sarà destinato a contenere, fra le altre cose, i quadri MT cui convergono i cavi MT dalla sotto stazione di alta. In particolare, i vari locali in cui è suddiviso l'edificio sono:

- Locale quadri MT;
- Locale quadri ausiliari BT;
- Sala comandi;
- Archivio;
- Spogliatoi;
- Bagni.

Il pavimento del locale interno sarà di tipo "galleggiante" al fine di alloggiare nell'intercapedine sottostante le componenti impiantistiche. L'edificio sarà dotato di marciapiede di rigiro finito a cemento. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

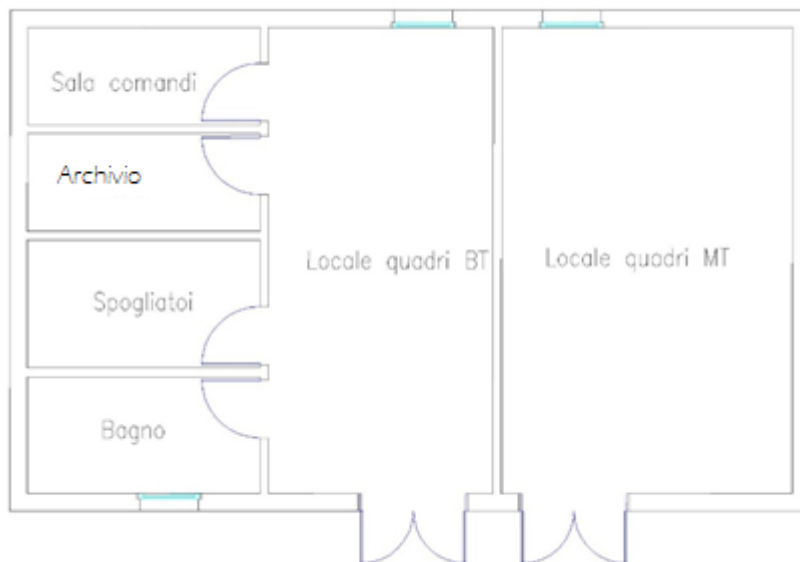


Fig. 13: Planimetria locale dedicato a impianto di accumulo (BESS)

Locale relativo a Stazione Utente (SSU)

Il locale quadri sarà formato da una struttura prefabbricata di dimensioni in pianta 13,74 x 8,63 m, sarà destinato a contenere, fra le altre cose, i quadri MT cui convergono i cavi MT del parco fotovoltaico. In particolare, i vari locali in cui è suddiviso l'edificio sono:

- Locale quadri MT;
- Locale quadri ausiliari BT;
- Locale trasformatore s.a.;
- Locale SCADA e videosorveglianza;
- Locale batterie;
- Locale misure;
- Archivio;

- Sala comandi;
- Bagno;
- Spogliatoi.

Il pavimento del locale interno sarà di tipo “galleggiante” al fine di alloggiare nell’intercapedine sottostante le componenti impiantistiche. L’edificio sarà dotato di marciapiede di rigiro finito a cemento. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

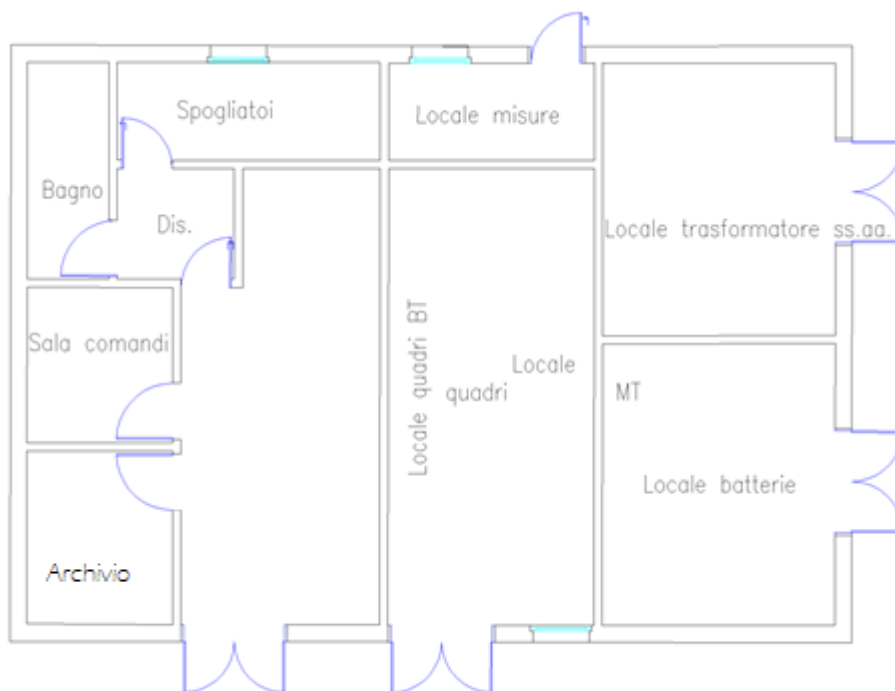


FIG. 14: PLANIMETRIA LOCALE QUADRI MT DELLA STAZIONE UTENTE

5.10 IMPIANTI AUSILIARI

L’impianto funzionerà in parallelo alla rete di trasmissione in alta tensione. Nel suo complesso è costituito da un insieme di tracker e dalle infrastrutture tecniche necessarie alla conversione DC/AC della potenza generata dall’impianto e dalla sua connessione alla rete.

L’ottimizzazione dell’efficienza di produzione di energia elettrica è realizzata mediante orientamento dinamico dei moduli FV mediante tracker mono-assiali ad inseguimento solare (est-ovest).

L’impianto è di tipo grid-connected ed è collegato alla rete elettrica con una connessione “trifase in alta tensione”.

5.11 Sistema SCADA ed RTU e Telecontrollo.

Al fine di garantire una resa ottimale dell'impianto fotovoltaico in tutte le situazioni, verrà installato un sistema di monitoraggio e controllo basato su architettura SCADA-RTU in conformità alle specifiche della piramide CIM. A tale scopo ogni cabina di trasformazione saranno installate apparecchiature elettroniche, di acquisizione e raccolta dati, e di telecomunicazioni facenti parte dell'architettura generale di detto sistema di supervisione. Ovviamente l'architettura di questo sistema comprenderà anche la cabina di raccolta, la sottostazione e i singoli inverter di stringa presenti nell'impianto. Il tutto in modo da avere una piattaforma unica, centralizzata e remotabile di acquisizione, raccolta, memorizzazione ed elaborazione dati. Mediante questa piattaforma ci sarà anche inter operatività da remoto con l'impianto fotovoltaico. Pertanto il sistema potrà non solo acquisire i dati ma anche ricevere informazioni e comandi da trasferirsi in termini di operatività sull'impianto: apertura interruttori, impostazione parametri di controllo, etc. etc.

Il sistema sarà connesso a diversi sistemi e riceverà informazioni:

- di produzione dal campo solare;
- di produzione dagli apparati di conversione;
- di produzione e scambio dai sistemi di misura
- di tipo climatico ambientale dalle stazioni di rilevamento dati meteo;
- di allarme da tutti gli interruttori e sistemi di protezione.

Nello specifico partendo dal livello hardware, saranno previste schede elettroniche di acquisizione (ingressi) installate negli string box, negli inverter, nei quadri di comando e nelle centraline di rilevamento dati ambientali. I dati rilevati saranno inviati ai singoli RTU e quindi convogliati allo SCADA. A questo livello le interfacce di comunicazione pe i "bus di campo", saranno seriali.

In ogni singola unità RTU sarà implementata la supervisione istantanea dei parametri elettrici elementari, corrente e tensione e degli allarmi generati dalla rilevazione degli stati degli interruttori, mentre nello SCADA sarà possibile vedere i valori primitivi rilevati e visualizzabili dai singoli RTU, oltre ai dati aggregati frutto di elaborazione dei dati primitivi, come ad esempio valutazione delle performance, produzioni in diversi intervalli temporali, etc.

Per raggiungere questo obiettivo le interfacce dello SCADA saranno di tipo sinottico a multilivello. Oltre a queste funzioni base lo SCADA si occuperà della gestione degli allarmi e valutazione della non perfetta funzionalità dell'impianto in base agli scostamenti rilevati tra producibilità teorica e producibilità effettiva

I dati rilevati verranno salvati in appositi data base, e sarà possibile la visualizzazione da remoto mediante interfaccia web.

Il sistema sarà dotato degli apparati periferici di monitoraggio che consentiranno al gestore della rete il controllo in condizione di emergenza e tale sistema dovrà predisporre link di connessione primari e secondari.

Inoltre dovrà essere predisposto un apparato di telecontrollo specifico per il controllo al sistema SIAL di TERNA al fine della regolazione di esercizio anche questo dovrà essere dotato di link di connessione primaria e secondaria.

Dovrà essere assicurata la fornitura dei segnali necessari alla regolazione automatica della tensione nelle reti MT mediante il variatore sotto carico (VSC) posto sul primario dei trasformatori AT/MT delle cabine primarie di distribuzione.

Il controllo della tensione sarà tipicamente realizzato attraverso almeno due modalità operative: variare sotto carico il rapporto di trasformazione del trasformatore AT/MT mediante un regolatore automatico che impone alla sbarra MT un valore di tensione calcolato secondo una legge prefissata; scegliere a vuoto il rapporto di trasformazione dei trasformatori MT/BT poiché non dotati di variatore sotto carico.

Sarà inoltre presente un sistema completo per il controllo e regolazione “plant controller che comunicherà con gli apparati RTU ed UPDM dello stesso impianto.

5.12 Sistema di TLC

Per le connessioni dei dispositivi di monitoraggio che di security saranno utilizzati prevalentemente due tipologie di cavo:

- Cavi in rame multipolari twistati e non;
- Cavi in fibra ottica.

I primi verranno utilizzati per consentire la comunicazione su brevi distanze data la loro versatilità, mentre la fibra verrà utilizzata per superare il limite fisico della distanza di trasmissione dei cavi in rame, quindi comunicazione su grandi distanze, e nel caso in cui sia necessaria una elevata banda passante come nel caso dell'invio di dati. L'interconnessione in fibra ottica interesserà:

1. Ciascun inverter di stringa;
2. Cabine di trasformazione;
3. Cabina di Raccolta;
4. Sottostazione produttore.

Qui di seguito sono riportate le caratteristiche della Fibra Ottica prevista a progetto:

- Numero delle fibre 12
- Tipo di fibra multimodale 62.5/125 μm
- Diametro cavo 11,7 mm
- Lunghezza d'onda 1300 nm



AGROVOLTAICA™

- Banda 500 MHz/Km
- Peso del cavo 130 kg/km circa
- Massima trazione a lungo termine 3000 N
- Massima trazione a breve termine 4000 N
- Minimo raggio di curvatura in installazione 20 cm
- Minimo raggio di curvatura in servizio 10 cm

5.13 Sistema di sicurezza e antintrusione

Il sistema di sicurezza e anti intrusione ha lo scopo di preservare l'integrità dell'impianto contro atti criminosi mediante deterrenza e monitoraggio delle aree interessate.

Il sistema impiegato si basa sull'utilizzo di differenti tipologie di sorveglianza/deterrenza per scongiurare eventuali atti dolosi nei confronti dei sistemi e apparati installati presso l'impianto fotovoltaico.

La prima modalità di protezione messa in atto consiste nel creare una barriera protettiva perimetrale lungo la recinzione che prevede la rilevazione di eventuali scavalcamenti o tagli della stessa.

Abbinata a questa sarà presente un sistema di video sorveglianza perimetrale TVCC, con copertura video di tutto il perimetro.

La seconda consiste nel creare un sistema di rilevazione e monitoraggio mediante sistema di video sorveglianza a circuito chiuso delle aree dell'impianto maggiormente sensibili e cruciali quali:

- cabine;
- zone in cui si concentrano gran numero di apparati;
- aree difficilmente monitorabili;
- aree di transito.

Il terzo sistema adottato è un semplice sistema meccanico di deterrenza che prevede l'utilizzo di viti e dadi anti effrazione da impiegarsi nei fissaggi dei moduli FV e dei dispositivi posti sul campo non protetti direttamente con altri sistemi.

Ai sistemi sopra indicati verranno abbinati un sistema di controllo varchi del personale di tipo manuale mediante consegna e registrazione delle chiavi d'impianto per il controllo delle attività nel campo.

Tutti i sistemi saranno conformi alle normative vigenti e in particolare alle normative relative alla garanzia della riservatezza della privacy.

5.14 Impianti di illuminazione

L'illuminazione è collegata all' impianto allarme per ridurre inquinamento luminoso.

In particolare è stata prevista l'illuminazione in prossimità della cabina di raccolta, delle singole cabine di trasformazione e dei percorsi perimetrale e interni di accesso alle cabine di trasformazione. L'illuminazione sarà effettuata mediante l'impiego di corpi illuminanti a Led, e proiettori a led per illuminazione esterna, ubicati sulle pareti esterne delle cabine nonché su paline ancorate al terreno mediante piccolo plinto di fondazione, per i percorsi perimetrali e quelli interni di accesso alle cabine di trasformazione.

Tali corpi illuminanti saranno alimentati da specifica linea elettrica prevista come carico ausiliario di cabina. L'illuminazione di emergenza sarà realizzata mediante kit inverter più batterie localizzati nei corpi illuminanti già previsti all'interno delle cabine.

5.15 Impianto di terra

La rete di terra degli impianti interesserà l'area recintata degli impianti. I dispersori ed i collegamenti degli stessi alle apparecchiature, saranno realizzati secondo l'unificazione TERNA per le stazioni già in esercizio e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto minima di 31,5 kA per 0,5 sec. I dispersori saranno dimensionati inoltre in maniera tale da ridurre le tensioni di passo e contatto, in caso di guasto, al minimo, secondo quanto previsto dalle norme CEI EN 61936-1 e CEI EN 50522 2011-03.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 125 mm² mentre il dispersore primario sarà realizzato on corda di rame da 63 mm².

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati.

6 Stazione MT/AT del produttore

Per poter collegare il parco fotovoltaico alla RTN, verrà realizzata una nuova Stazione TERNA definita "Geremia" connessa alla RTN tramite un entra-esce realizzato sulla linea 132 kV "Rovigo P.A. – Rovigo Z.I.". Inizialmente è previsto il sezionamento della sola linea "Rovigo P.A. – Rovigo Z.I." ma la Stazione

TERNA dovrà essere progettata in maniera tale da poter predisporre facilmente anche il sezionamento della linea “Rovigo P.A. – Dolo”. coesistente sulla medesima palificazione della prima.

L’identificativo TERNA della nuova Stazione è: TERNA 201901310. Ad essa convergeranno quindi 10 cavi tripolari MT, posizionati in appositi cavidotti interrati.

Dalla Stazione TERNA dovrà partire un montante per la connessione in antenna dell’impianto di produzione e che costituisce OPERA DI RETE PER LA CONNESSIONE. In prossimità del confine di proprietà e di competenza, tale montante si innesterà su uno stallo di proprietà del produttore il quale costituisce OPERA DI UTENZA PER LA CONNESSIONE. Tale montante utente dovrà connettersi ad un sistema di sbarre all’interno della STAZIONE UTENTE. È infatti previsto dall’STMG emanato da TERNA che sarà necessario condividere lo stallo in stazione con altri impianti di produzione al fine di razionalizzare le strutture della rete. Al sistema di sbarre nella Stazione Utente verrà connesso un montante di trasformazione 132 kV/20 kV con trasformatore da 50 MVA che si andrà a collegare ai quadri MT disposti in apposito edificio. La sezione MT dovrà collegare tutti i cavi provenienti dal campo fotovoltaico al trasformatore.

La nuova Stazione TERNA e la Stazione Utente connessa ad essa in antenna si localizza a Sud del campo fotovoltaico in un piccolo spazio triangolare sempre di proprietà del produttore.

Nella scelta dei tracciati per i nuovi raccordi aerei si è cercato di discostarsi il minimo indispensabile dalle attuali posizioni di conduttori e sostegni al fine di non porre nuovi vincoli o limitarli al massimo:

L’inserimento nella rete elettrica di trasmissione nazionale della nuova stazione, è illustrata in modo nella figura sottostante.

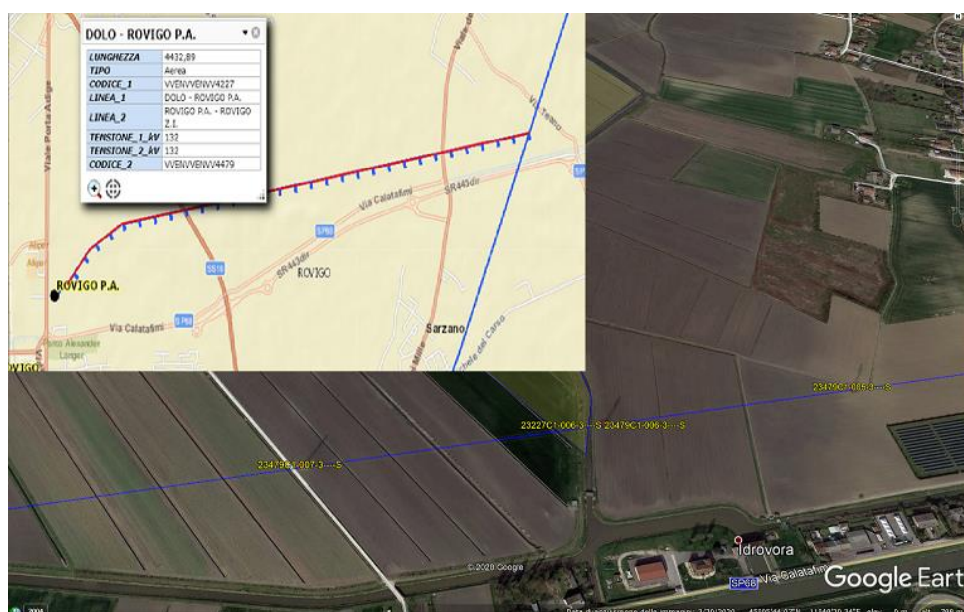


Fig.15: LINEE AT TERNA

6.1 Descrizione delle opere

Le opere oggetto del presente ITER consistono nella realizzazione di:

- modifiche alla linea aerea doppia TERNA a 132 kV esistente “Rovigo P.A – Rovigo Z.I.” con l’installazione di un nuovo sostegno, e la realizzazione dell’entra-esce sulla nuova Stazione TERNA;
- due cavi AT per la realizzazione dell’entra-esce alla stazione TERNA “Geremia”;
- una stazione elettrica di smistamento a singola sbarra 132 kV denominata “Geremia”;
- una Stazione Utente in singola sbarra con stallo di trasformazione 132/20 kV connessa in antenna alla Stazione TERNA;
- cavo AT per il collegamento in antenna della S.E. Utente alla S.E. TERNA.

6.2 Cronoprogramma delle opere di progetto

La durata di realizzazione degli impianti è stimata in 12 mesi.

In ogni caso, in considerazione dell’urgenza e della importanza dell’opera, saranno intraprese tutte le azioni volte ad anticipare il più possibile il completamento dell’impianto e la conseguente messa in servizio.

Dopo aver ottenuto l’autorizzazione ministeriale verranno condotte le seguenti attività riassunte nelle seguenti macro voci:



AGROVOLTAICA™

CRONOGRAMMA COSTRUZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO AGROVOLTAICA S.r.l. - ROVIGO -												
Forniture	Mese 1	Mese 2	Mese 3	Mese 4	Mese 5	Mese 6	Mese 7	Mese 8	Mese 9	Mese 10	Mese 11	Mese 12
Strutture metalliche tracker												
Moduli FV												
Cavi												
Quadri di stringa e/o quadri in genere												
Megastation (cabine inverter e trasformazione)												
Cabine inverter BESS												
Container batterie												
Batterie												
Opere civili												
Approntamento cantiere												
Preparazione del terreno												
Realizzazione e recinzione												
Realizzazione e viabilità impianto FTV												
Posa dei pali di fondazione tracker												
Posa ed allestimento strutture tracker												
Montaggio pannelli FTV												
Scavo cavidotti												
Erezione locali tecnici												
Opere idrauliche												
Opere impianto elettrico												
Collegamento moduli FTV												
Installazione megastation												
Posa cavi												
Allestimento megastation												
Allestimento inverter BESS												
Allestimento container con batterie												
Installazione impianto di accumulo												
Allestimento SSU												
Allestimento SERTN Tema												
Linea AT SSU - SE RTN Tema												
COMMISSIONING E COLLAUDI												

7. CARATTERISTICHE DELLE OPERE DI ALTA

7.1 Caratteristiche dei raccordi aerei

7.1.1 Premessa

I calcoli delle frecce e delle sollecitazioni dei conduttori di energia, delle corde di guardia, dell'armamento, del sostegno e delle fondazioni, sono rispondenti alla Legge n. 339 del 28/06/1986 ed alle norme contenute nei Decreti del Ministero dei LL.PP. del 21/03/1988 e del 16/01/1991 con particolare riguardo agli elettrodotti di classe terza, così come definiti dall'art. 1.2.07 del Decreto del 21/03/1988 suddetto; per quanto concerne le distanze tra conduttori di energia e fabbricati adibiti ad abitazione o ad altra attività che comporta tempi di permanenza prolungati, queste sono conformi anche al dettato del D.P.C.M. 08/07/2003.

Il progetto dell'opera è conforme al Progetto Unificato TERNA per gli elettrodotti elaborato fin dalla prima metà degli anni '70 a cura della Direzione delle Costruzioni di ENEL.

Nel Progetto Unificato TERNA, sono inseriti tutti i componenti (sostegni e fondazioni, conduttori, morsetteria, isolatori, ecc.) con le relative modalità di impiego.

7.1.2 Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

Le caratteristiche elettriche dei raccordi a 132 kV sono le seguenti:

Sistema elettrico di funzionamento	Alternato trifase
Frequenza	50 Hz
Tensione nominale di esercizio	132 kV

Tab.8: Caratteristiche elettriche dell'elettrodotto

La capacità di trasporto, quindi la portata in corrente in servizio normale, sarà conforme a quanto prescritto per elettrodotti a 132 kV dalla norma CEI 11-60.

7.1.3 Caratteristiche tecniche

La linea "Rovigo P.A. – Rovigo Z.I." coesiste sulla medesima palificazione della linea "Dolo – Rovigo P.A." la quale si frappona fra la prima e la nuova Stazione TERNA. Per poter eseguire l'entra esce della linea

“Rovigo P.A. – Rovigo Z.I.” è necessario l’inserimento di un nuovo traliccio che raccolga le fasi della linea “Rovigo P.A. – Rovigo Z.I.” e permetta la transizione in cavo.

Il nuovo traliccio sarà del tipo unificato TERNA con sostegno del tipo a Delta con mensole porta terminali per 220 kV. Si è scelto un palo con un livello di tensione maggiore per esser sicuri di garantire la distanza interfase durante la trasposizione dei conduttori che arrivano in piano sul sostegno.

La linea “Dolo – Rovigo P.A.” prosegue indisturbata sulle palificazioni preesistenti in attesa di essere anch’essa, in un prossimo futuro, sezionata per realizzare un nuovo entra-esce sulla Stazione TERNA.

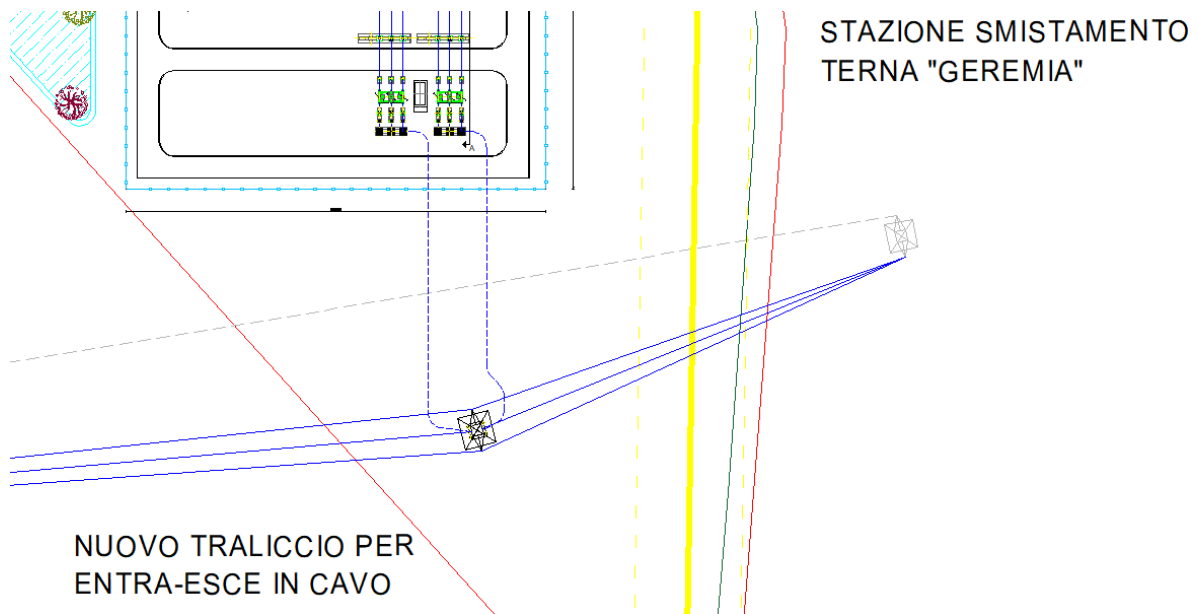


FIG.16: LAYOUT DEL NUOVO COLLEGAMENTO IN ENTRA ESCE DELLA STAZIONE TERNA

Dai terminali, la linea prosegue in cavo fino agli stalli della stazione TERNA.

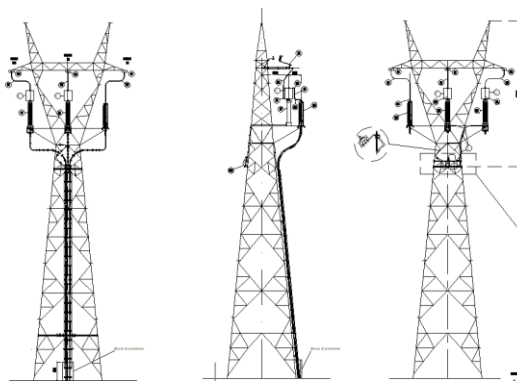


FIG.17: PALO A DELTA CON MENSOLE PORTA TERMINALI 220 KV

7.2 Conduttori e corde di guardia

I due tratti della linea “Rovigo P.A. – Rovigo Z.I.” fino al nuovo traliccio saranno realizzati con conduttori di fase singoli, ciascuno costituito da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 307.7 mm² composta da n. 7 fili di acciaio del diametro pari a 2,80 mm e da n. 26 fili di alluminio del diametro di 3,60 mm, con un diametro complessivo di 22,80 mm.

Il carico di rottura teorico del conduttore sarà di 9752 daN.

La linea a 132 kV esistente denominata “Rovigo P.A. – Rovigo Z.I.” ; a cui saranno connessi i due raccordi alla nuova stazione elettrica, è realizzata con la stessa tipologia di conduttori.

In alternativa potrà essere impiegato il conduttore con l’anima a “zincatura maggiorata” ed ingrassato fino al secondo mantello di alluminio.

La linea “Rovigo P.A. – Rovigo Z.I.” condivide la palificazione con la linea “Dolo – Rovigo P.A.” la quale verrà sezionata in un prossimo futuro per la realizzazione del secondo entra-esce sulla stazione TERNA. Fino ad allora si dovrà garantire il normale esercizio della linea “Dolo – Rovigo P.A.”.

I raccordi saranno equipaggiati con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l’elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni.

Ciascuna corda di guardia sarà costituita da una corda in acciaio rivestito di alluminio del diametro complessivo di 11,5 mm, costituita da n. 7 fili di acciaio zincato del diametro 3,83 mm, sezione 80,65 mmq, carico di rottura teorico minimo 15500 daN. In alternativa potrà essere installata una fune di guardia in acciaio rivestito di alluminio con Fibre Ottiche del diametro mediamente compreso tra 17,9 e 11,5 mm, con carico di rottura teorico minimo per i diametri inferiori di 7450 daN.

7.2.1 Sostegni

Il nuovo traliccio, sarà del tipo metallico a tralici in acciaio bullonati, con struttura tronco-piramidale, del tipo standard secondo unificazione TERNA per linee / stazione elettriche con tensione di esercizio 220 KV. In base alle considerazioni precedenti, si tratterà di un sostegno del tipo Delta con mensole porta terminali con armamento in amarro ed altezza della fase più bassa rispetto a terra pari a 24 m.

I sostegni, realizzati in angolari di acciaio, aventi caratteristiche come da UNI 7070 - Fe 360B - Fe 430 B, con elementi zincati a caldo e bullonati, raggruppati in elementi strutturali. I collegamenti delle aste sono realizzati con piastre e bulloni di acciaio, classe di resistenza 6,8 come da UNI 3740.

Ogni sostegno è costituito da un numero diverso di elementi strutturali in funzione della sua altezza. Il calcolo delle sollecitazioni meccaniche ed il dimensionamento delle membrature o delle parti è eseguito conformemente a quanto disposto dal D.M. 21/03/1988, con verifiche per impiego in zona “A” ed in

zona “B”. L’altezza del sostegno è tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme. In fase di progettazione la disposizione del sostegno viene ottimizzata per mantenere, per quanto possibile, l’altezza totale fuori terra entro 61 m.

Nei casi in cui ci sia l’esigenza tecnica di superare tale limite, si provvederà, in conformità alla normativa sulla segnalazione degli ostacoli per il volo a bassa quota, alla verniciatura del terzo superiore del sostegno e all’installazione delle sfere di segnalazione sulle corde di guardia, limitatamente alle campate in cui la fune di guardia eguaglia o supera i 61 m.

Il sostegno sarà provvisto di impianto di messa a terra, di cartelli monitori e difese parasalita.

Per quanto concerne sostegni, fondazioni e relativi calcoli di verifica, TERNA si riserva di apportare nel progetto esecutivo modifiche di dettaglio dettate da specifiche esigenze tecniche ed economiche, ricorrendo, se necessario, all’impiego di opere di sottofondazione.

Ciascun sostegno si può considerare composto dagli elementi strutturali: mensole, parte comune, tronchi, base e piedi. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l’insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Vi sono infine i cimini, atti a sorreggere le corde di guardia. I piedi del sostegno, che sono l’elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

7.2.2 Isolamento

Per l’elettrodotto aereo 132 kV l’isolamento degli elettrodotti, previsto per una tensione di esercizio di 175 kV sarà realizzato con isolatori a cappa e perno in vetro temprato, con carico di rottura di 70kN e 120 kN nei due tipi “normale” e “antisale”, connessi tra loro a formare catene di almeno 9 elementi negli amarri e nelle sospensioni.

Le caratteristiche degli isolatori rispondono a quanto previsto dalle norme CEI.

7.2.3 Morsettiera ed armamenti

Gli elementi di morsettiera che saranno utilizzati nelle varianti di elettrodotto in progetto saranno del tipo unificato TERNA per linee 132 / 150 kV. Tutti gli elementi sono stati dimensionati in modo da poter supportare gli sforzi massimi trasmessi dai conduttori al sostegno.

A seconda dell’impiego previsto sono stati individuati diversi carichi di rottura per gli elementi di morsettiera che compongono gli armamenti. Il carico minimo di rottura è di 70kN o 120 kN.

Per equipaggiamento si intende il complesso degli elementi di morsettiera che collegano le morse di sospensione o di amarro agli isolatori e questi ultimi al sostegno.

La scelta degli equipaggiamenti viene effettuata, per ogni singolo sostegno, fra quelli disponibili nel progetto unificato TERNA, in funzione delle azioni (trasversale, verticale e longitudinale) determinate dal tiro dei conduttori e dalle caratteristiche di impiego del sostegno esaminato (campata media, dislivello a monte e a valle, ed angolo di deviazione). Gli elementi costituenti la morsetteria sono costituiti con materiali adatto allo scopo e collaudati secondo quanto prescritto dalle Norme CEI 7-9.

7.2.4 Fondazioni

Ciascun sostegno è dotato di quattro piedi e delle relative fondazioni.

La fondazione è la struttura interrata atta a trasferire i carichi strutturali (compressione e trazione) dal sostegno al sottosuolo.

Le fondazioni unificate sono utilizzabili su terreni normali, di buona o media consistenza.

Ciascun piedino di fondazione è composto di tre parti:

- a) un blocco di calcestruzzo armato costituito da una base, che appoggia sul fondo dello scavo, formata da una serie di platee (parallelepipedi a pianta quadrata) sovrapposte; detta base è simmetrica rispetto al proprio asse verticale;
- b) un colonnino a sezione circolare, inclinato secondo la pendenza del montante del sostegno;
- c) un “moncone” annegato nel calcestruzzo al momento del getto, collegato al montante del “piede” del sostegno. Il moncone è costituito da un angolare, completo di squadrette di ritenuta, che si collega con il montante del piede del sostegno mediante un giunto a sovrapposizione. I monconi sono raggruppati in tipi, caratterizzati dalla dimensione dell’angolare, ciascuno articolato in un certo numero di lunghezze.

Dal punto di vista del calcolo dimensionale è stata seguita la normativa di riferimento per le opere in cemento

Sono inoltre osservate le prescrizioni della normativa specifica per elettrodotti, costituita dal D.M. 21/3/1988; in particolare per la verifica a strappamento delle fondazioni, viene considerato anche il contributo del terreno circostante come previsto dall’articolo 2.5.06 dello stesso D.M. 21/3/1988.

L’articolo 2.5.08 dello stesso D.M., prescrive che le fondazioni verificate sulla base degli articoli sopramenzionati, siano idonee ad essere impiegate anche nelle zone sismiche per qualunque grado di sismicità.

Come già detto le fondazioni unificate sono utilizzabili solo su terreni normali di buona e media consistenza, pertanto i terreni con scarse caratteristiche geomeccaniche, terreni instabili o terreni allagabili, sono oggetto di indagini geologiche e sondaggi mirati, sulla base dei quali vengono, di volta in

volta, progettate fondazioni ad hoc. In tal caso l'abbinamento tra ciascun sostegno e la relativa fondazione è determinato mediante apposita verifica, successiva alle indagini geotecniche effettuate nelle aree interessate dai nuovi sostegni.

7.2.5 Messa a terra dei sostegni

Per ogni sostegno, in funzione della resistività del terreno misurata in sito, viene scelto, in base alle indicazioni riportate nel Progetto Unificato, anche il tipo di messa a terra da utilizzare.

In casi particolari potranno essere scelti altri tipi di impianti per la messa a terra dei sostegni, opportunamente documentati.

7.3. Caratteristiche cavo AT TERNA

Trovandosi la linea "Rovigo P.A. – Dolo" interposta fra la linea "Rovigo P.A. – Rovigo Z.I." da sezionare e la stazione TERNA da realizzare, per poterne garantire la continuità elettrica ma predisponendo anche una situazione ideale per un suo futuro sezionamento sulla medesima stazione è stato deciso di portare la linea "Rovigo P.A. – Rovigo Z.I." su di un nuovo traliccio per il passaggio della linea in cavo e così realizzare l'entra-esce sulla Stazione TERNA.

Questo permette di raggiungere due importanti obiettivi:

- 1) Garantisce la continuità elettrica della linea con un intervento moderatamente invasivo;
- 2) Quando verrà deciso di sezionare la linea "Rovigo P.A. – Dolo" sulla nuova stazione TERNA, questo potrà essere fatto semplicemente.

I terminali cavo verranno montati su apposite mensole del traliccio, da lì il cavo proseguirà fino al terreno fino ad una profondità di 1,5 m per poi riemergere in prossimità della Stazione TERNA

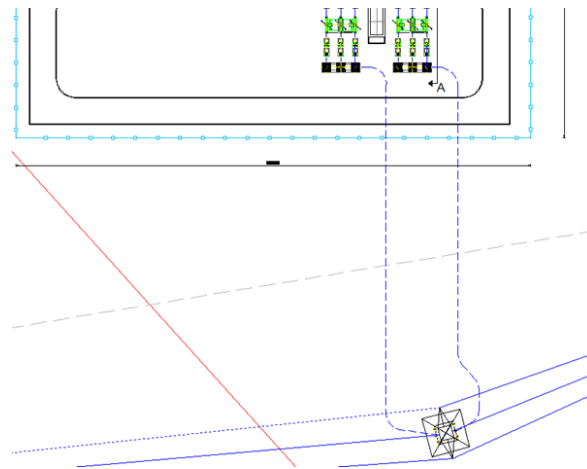


Fig.18: Layout dei collegamenti in cavo verso Stazione TERNA

7.3.1 Apparecchiature

Per l'elettrodotto in cavo sono solitamente previsti i seguenti componenti:

- Conduttori di energia
- Giunti diritti
- Giunti sezionati
- Terminali per esterno
- Cassette di sezionamento
- Cassette unipolari di messa a terra
- Termosonde
- Sistema di telecomunicazioni

Cavo	Materiale	Posa	Profondità [m]	Lunghezza [m]	Schermi
3x1x630 mm ²	Cu	Trifoglio	1,5	62	Solid-bonding alle estremità
3x1x630 mm ²	Cu	Trifoglio	1,5	65	Solid-bonding alle estremità

TAB. 9: SINOTTICO CAVO PER S.E: TERNA

Le principali caratteristiche tecniche complessive del cavo saranno le seguenti:

- Tensione massima sezione 132 kV
- Frequenza nominale 50 Hz

Correnti limite di funzionamento permanente:

- Potere di interruzione interruttori 31,5 kA
- Corrente di breve durata 31,5 kA

-	Condizioni ambientali limite	-25 / +40°C
	Salinità di tenuta superficiale degli elementi isolamenti	56 g/l

Il cavo sarà direttamente interrato e quindi non necessiterà di trincea in cemento.

7.3.2 Messa in opera con scavo a cielo aperto

La posa di un elettrodotto su terreno agricolo, a mezzo di trincea e con disposizione dei cavi a “Trifoglio”, ha i seguenti aspetti caratteristici:

- i cavi saranno a trifoglio posati ad una profondità standard di -1,5 m circa (quota piano di posa), su di un letto di sabbia o di cemento magro dallo spessore di 10 cm circa;
- i cavi saranno ricoperti sempre con il medesimo tipo di sabbia o cemento magro, per uno strato di circa 40 cm, sopra il quale sarà posata una lastra di protezione in cemento armato. Ulteriori lastre sono state collocate sui lati dello scavo, allo scopo di creare una protezione meccanica supplementare;
- La restante parte della trincea sarà riempita con materiale di risulta e/o di riporto, di idonee caratteristiche. Nel caso di passaggio su strada, i ripristini della stessa (sottofondo, binder, tappetino, ecc.) saranno realizzati in conformità a quanto indicato nelle prescrizioni degli enti proprietari della strada (Comune, Provincia, ANAS, ecc.);
- I cavi saranno segnalati mediante rete in P.V.C. rosso, da collocare al di sopra delle lastre di protezione. Ulteriore segnalazione sarà realizzata mediante la posa di nastro monitor da posizionare a circa metà altezza della trincea;
- All’interno della trincea è prevista l’installazione di n°1 Tritubo Ø 50 mm entro il quale potranno essere posati cavi a Fibra Ottica e/o cavi telefonici/segnalamento.

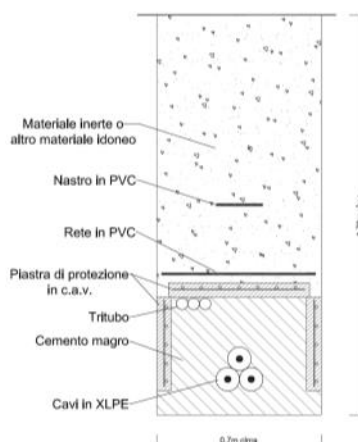
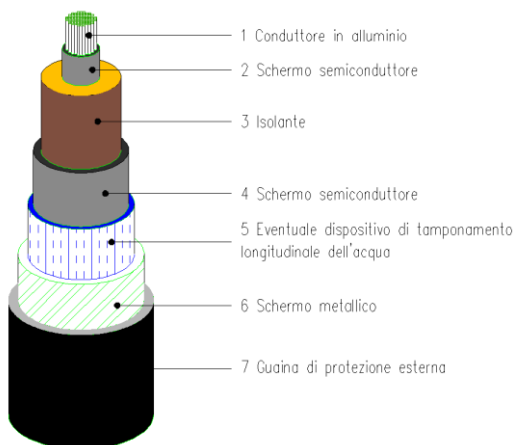


Fig.19: Posa a trifoglio su terreno agricolo

7.3.3 Descrizione del cavo

Ciò che contraddistingue i cavi in alta tensione per posa interrata di ultima generazione è certamente la tipologia di isolamento, realizzato in XLPE (polietilene reticolato), che rende tali cavi particolarmente compatti, permette elevate capacità di trasporto ed infine non presenta problemi di carattere ambientale. La tipologia di cavo in questione è inoltre caratterizzata da un isolante a basse perdite dielettriche. La figura a seguire, mostra uno schema di sezione tipo per questa tipologia di cavi.



Legenda	
1	Conduttore in rame o alluminio
2	Schermo sul conduttore
3	Isolante
4	Schermo semiconduttore
5	Barriera contro la penetrazione di acqua
6	Schermo metallico
7	Guaina esterna

Fig.20: Tipico cavo MT/AT

Nel caso specifico verrà impiegata una terna di cavi unipolari in rame isolati in XLPE per tensioni U/U0 132/76 kV da 630 mm² come da unificazione TERNA

7.4 Caratteristiche della Stazione TERNA “Geremia”

La stazione di smistamento sarà costituita da un sistema in sbarra singola AIS a 132 kV a cui saranno collegati gli stalli delle linee in arrivo. La stazione prevede due stalli di arrivo in cavo per il sezionamento della linea 132 kV “Rovigo P.A. – Rovigo Z.I, uno stallone per il collegamento in antenna del

produttore ed una predisposizione per ulteriori due stalli linea per il futuro sezionamento della linea 132 kV “Rovigo P.A. – Dolo.”.

Saranno poi presenti apparecchiature per il telecomando ed il telecontrollo necessarie alla gestione dell’impianto. Durante il normale esercizio nella stazione di smistamento non è prevista la presenza di persone e le normali operazioni di esercizio rete saranno effettuate a distanza.

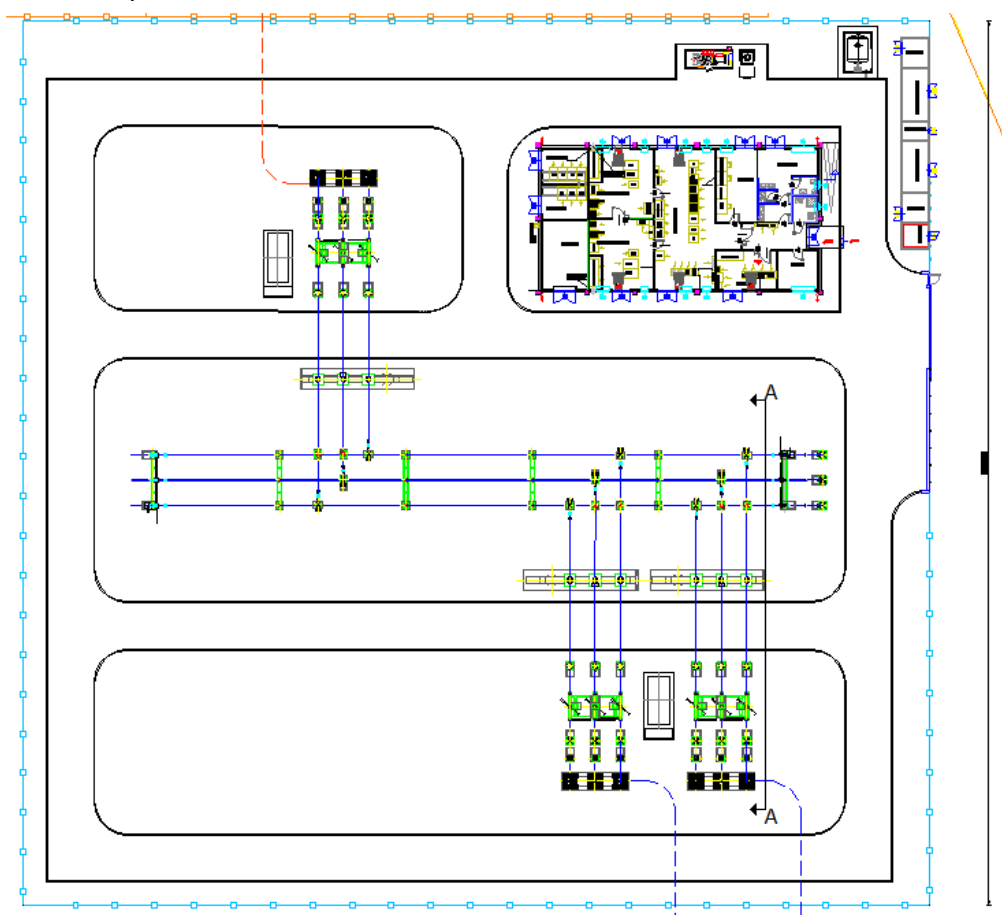


Fig.21: Planimetria stazione TERNA

7.4.1 Apparecchiature

Le principali apparecchiature costituenti il nuovo impianto sono: terminali cavo, scaricatori di sovratensione ad ossido metallico, trasformatori di tensione per misure e protezioni, bobine ad onde convogliate per la trasmissione dei segnali (montate direttamente sul traliccio), trasformatori di corrente per misure e protezioni, interruttori, sezionatori con lame di terra o senza, sezionatori verticali.

Le principali caratteristiche tecniche complessive della stazione saranno le seguenti:

- Tensione massima sezione 132 kV
- Frequenza nominale 50 Hz

Correnti limite di funzionamento permanente:

- Potere di interruzione interruttori 31,5 kA
- Corrente di breve durata 31,5 kA
- Condizioni ambientali limite -25 / +40 °C

Salinità di tenuta superficiale degli elementi isolamenti 56 g/l

La sezione a 132 kV sarà del tipo unificato TERNA con isolamento in aria e costituita da:

- n° 1 sistema a singola sbarra con sezionatori di terra sbarre ad entrambe le estremità, TVC di sbarra su un lato;
- n° 2 stalli linee in cavo RTN;
- n° 2 stalli linee RTN (sola predisposizione);
- n° 1 stallo linea utente.

Le due linee RTN 132kV saranno costituite, similamente, da:

- terminali cavo, scaricatori, TV capacitivi, per protezioni e misure, bobina ad onde convogliate, sezionatore orizzontale con lame di terra, TA per protezioni e misure, interruttore, sezionatori verticali;

La linea utente 132kV sarà costituita, da:

- Sezionatori verticali, interruttore, TA per protezioni e misure, sezionatore orizzontale con lame di terra, TV capacitivi, per protezioni e misure, isolatori unipolari.

7.4.2 Fabbricati

- Integrato SE smistamenti

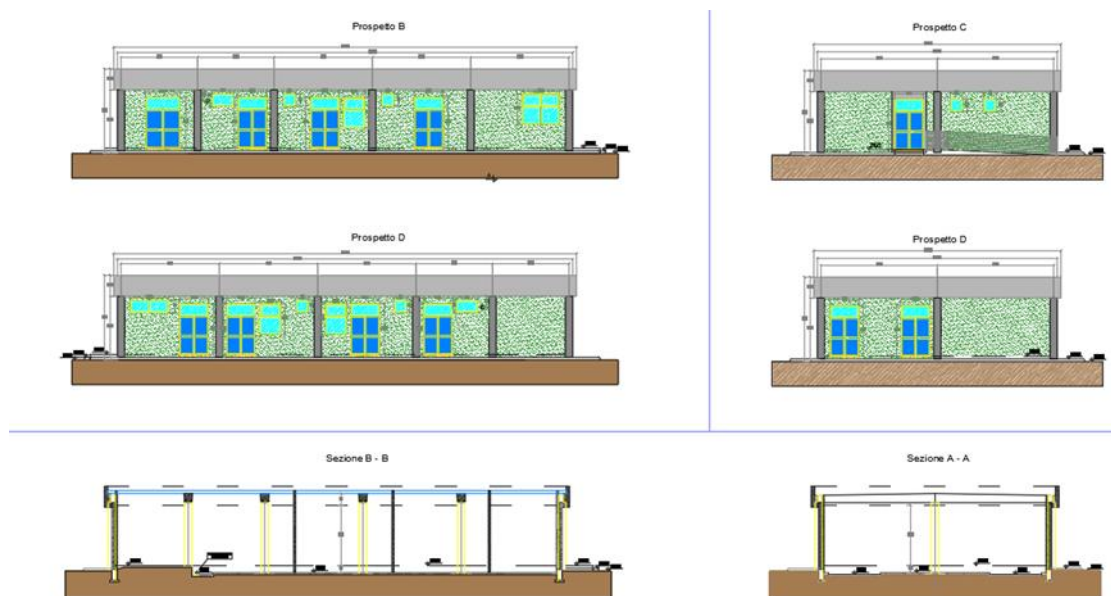


Fig.22: Integrato SE smistamenti

L'edificio comandi sarà formato da una struttura di dimensioni in pianta 12,80 x 24,60 m ed altezza fuori terra di 4,65 m, sarà destinato a contenere i quadri di comando e controllo della stazione, gli apparati di teleoperazione, i vettori, gli uffici ed i servizi per il personale di manutenzione.

La costruzione potrà essere o di tipo tradizionale con struttura in c.a. e tamponature in muratura di laterizio rivestite con intonaco di tipo civile oppure di tipo prefabbricato (struttura portante costituita da pilastri prefabbricati in c.a., pannelli di tamponamento prefabbricati in c.a., finitura esterna adeguata al luogo di installazione).

La copertura, a tetto piano, sarà opportunamente coibentata ed impermeabilizzata.

Gli infissi saranno realizzati in alluminio preverniciato. Particolare cura sarà osservata ai fini dell'isolamento termico impiegando materiali isolanti idonei in funzione della zona climatica e dei valori minimi e massimi dei coefficienti volumici globali di dispersione termica, nel rispetto delle norme di cui alla Legge n. 373 del 1976 e successivi aggiornamenti nonché alla Legge n. 10 del 1991 e successive modifiche e integrazioni.

Il pavimento del locale interno, come indicato nei disegni, sarà di tipo "galleggiante" al fine di alloggiare nell'intercapedine sottostante le componenti impiantistiche. L'edificio sarà dotato di marciapiede di rigiro finito a cemento. Gli infissi saranno realizzati in alluminio anodizzato naturale.

La progettazione, la costruzione e il montaggio dovranno, in ogni caso, essere eseguiti nel pieno rispetto di ogni legge, decreto e norma, anche se non espressamente richiamate, in materia specifica e in materia di sicurezza e igiene sul lavoro, in vigore ed applicabili all'oggetto., nel rispetto delle norme di cui al *D.M. 15/07/2005*, *D.Lgs. 192 del 19/08/2005* e *Ordinanza PCM 3519, Norme Tecniche per le Costruzioni Ed.*

2018 e successivi aggiornamenti. L'edificio ospiterà le batterie di accumulatori, i quadri B.T. in c.c. e c.a. per l'alimentazione dei servizi ausiliari gli apparati del sistema di protezione comandi e controllo, gli apparati di telecontrollo.

- Prefabbricato per punti di consegna MT e TLC

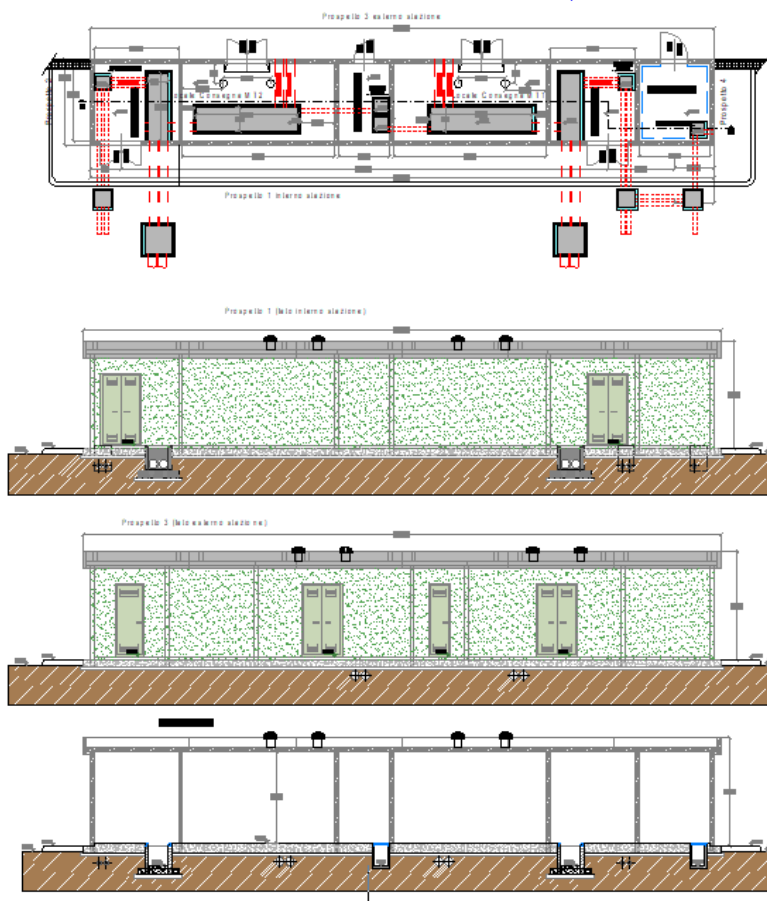


Fig.23: Prefabbricato per punti di consegna MT e TLC

Prefabbricato destinato ad ospitare il locale consegna MT cui dovranno confluire i cavi MT.

Si prevede di installare un manufatto prefabbricato dalle dimensioni in pianta di circa 18,44 x 2,54 m con altezza totale di 3,20 m, con dei locali ad uso di distribuzione e dei locali uno ad esclusivo uso di TERNA.

I locali saranno dotati di porte antisfondamento in vetroresina con apertura verso l'esterno rispetto alla stazione elettrica l'accesso dei fornitori dei servizi di energia elettrica e TLC.

7.4.3 Servizi Ausiliari

I Servizi Ausiliari (S.A.) saranno progettati e realizzati con riferimento agli attuali standard delle stazioni elettriche TERNA. Saranno alimentati con due forniture in media tensione di Enel Distribuzione; tale sistema sarà integrato da un gruppo elettrogeno di emergenza per assicurare l'alimentazione dei servizi essenziali in caso di mancanza di tensione alle sbarre dei quadri principali BT.

Il gruppo elettrogeno sarà installato a fianco dell'edificio comandi all'interno di una struttura cofanata di protezione agli agenti atmosferici e ambientali che consentirà l'attenuazione del rumore emesso durante i momenti di esercizio. Le utenze fondamentali quali protezioni, comandi interruttori e sezionatori, segnalazioni, ecc saranno alimentate in corrente continua a 110 V tramite batterie tenute in tampone da raddrizzatori.

7.4.4 Impianto di terra

La rete di terra degli impianti interesserà l'area recintata degli impianti. I dispersori ed i collegamenti degli stessi alle apparecchiature, saranno realizzati secondo l'unificazione TERNA per le stazioni già in esercizio e quindi dimensionati termicamente per una corrente di guasto minima di 31,5 kA per 0,5 sec. I dispersori saranno dimensionati inoltre in maniera tale da ridurre le tensioni di passo e contatto, in caso di guasto, al minimo, secondo quanto previsto dalle norme CEI EN 61936-1 e CEI EN 50522 2011-03.

Nei punti sottoposti ad un maggiore gradiente di potenziale, le dimensioni delle maglie saranno opportunamente infittite, come pure saranno infittite le maglie nella zona apparecchiature per limitare i problemi di compatibilità elettromagnetica.

Tutte le apparecchiature saranno collegate al dispersore mediante due o quattro corde di rame con sezione di 125 mm² mentre il dispersore primario sarà realizzato on corda di rame da 63 mm².

Al fine di contenere i gradienti in prossimità dei bordi dell'impianto di terra, le maglie periferiche presenteranno dimensioni opportunamente ridotte e bordi arrotondati.

7.5 Caratteristiche cavo AT Utente

La Stazione Utente verrà connessa alla Stazione Terna per mezzo di un collegamento in cavo in maniera tale da permettere il collegamento in antenna come previsto dall'STMG TERNA. Il collegamento in cavo permette una maggiore flessibilità nella disposizione dello stallo di utenza. Questo ha permesso di sistemare lo stallo perpendicolarmente rispetto a quelli della stazione TERNA e dunque salvare molto spazio.

7.5.1 Apparecchiature

Per l'elettrodotto in cavo sono solitamente previsti i seguenti componenti:

- Conduttori di energia
- Giunti diritti
- Giunti sezionati
- Terminali per esterno
- Cassette di sezionamento
- Cassette unipolari di messa a terra
- Termosonde
- Sistema di telecomunicazioni

Cavo	Tensione U/U ₀ [kV]	Posa	Profondità [m]	Lunghezza [m]	Schermi
3x1x630 mm ²	132/76	Trifoglio	1,5	24	Single-bonding in S.E. Utente Solid-bonding con scaricatori in S.E. TERNA

TAB.9: SINOTTICO CAVO PER S.E: UTENTE

Le principali caratteristiche tecniche complessive del cavo saranno le seguenti:

- Tensione massima sezione	132 kV
- Frequenza nominale	50 Hz
Correnti limite di funzionamento permanente:	
- Potere di interruzione interruttori	31,5 kA
- Corrente di breve durata	31,5 kA
- Condizioni ambientali limite	-25 / +40 °C
Salinità di tenuta superficiale degli elementi isolamenti	56 g/

Il cavo sarà direttamente interrato e quindi non necessiterà di trincea in cemento.

7.5.2 Caratteristiche della Stazione Utente

La Stazione Utente sarà costituita da un sistema in singola sbarra AIS a 132 kV collegata in antenna alla Stazione TERNA "Geremia" tramite un montante che confluisce sul sistema di sbarre. La Stazione Utente presenta un montante di trasformazione AT/MT ed un edificio quadri MT cui andranno a connettersi i cavi provenienti dal parco fotovoltaico.

Saranno poi presenti apparecchiature per il telecomando ed il telecontrollo necessarie alla gestione dell'impianto.

Durante il normale esercizio nella stazione di smistamento non è prevista la presenza di persone e le normali operazioni di esercizio rete saranno effettuate a distanza.

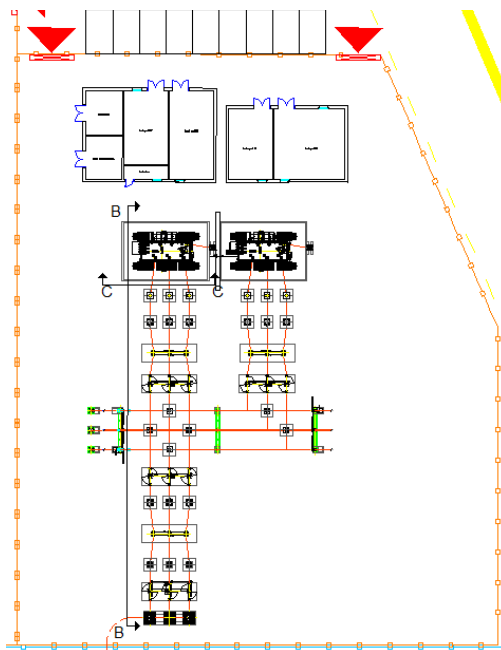


FIG.24: PLANIMETRIA STAZIONE UTENTE

Nella realizzazione degli impianti saranno impiegati cavi aventi caratteristiche rispondenti alle specifiche richieste dalle diverse condizioni di posa.

La scelta delle sezioni dei cavi è effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEIUNEL), alle condizioni di posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili (inferiori al 3%) ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8.

La portata delle condutture sarà commisurata alla potenza totale da installare.

Le linee elettriche prevedono conduttori di tipo idoneo per le tre sezioni d'impianto (continua, alternata bassa tensione, alternata media tensione) in rame e in alluminio. Il dimensionamento delle condutture è a norma CEI e la scelta del tipo di cavi è armonizzata anche con la normativa internazionale.

8 SISTEMA DI ACCUMULO

8.1 Generalità

L'impianto fotovoltaico è predisposto per alloggiare un sistema di accumulo elettrochimico (BESS) da collocarsi in prossimità della Stazione Elettrica SSU al margine meridionale dell'area di intervento. Tale sistema consentirà un miglior utilizzo dell'energia rinnovabile prodotta dall'impianto fotovoltaico, rendendola disponibile anche nei periodi di mancata produzione solare, ad esempio di notte.

I sistemi di storage elettrochimico sono in grado di fornire molteplici servizi di regolazione, consentendo di immettere in rete una quota rilevante di energia da fonti rinnovabili, che altrimenti il sistema elettrico nazionale non sarebbe in grado di accogliere. Tra i principali servizi di rete ricordiamo:

- Arbitraggio: differimento temporale tra produzione di energia (ad esempio da fonte rinnovabile non programmabile, FRNP) ed immissione in rete della stessa, per sfruttare in maniera conveniente la variazione del prezzo di vendita dell'energia elettrica;
- Regolazione primaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata in funzione del valore di frequenza misurabile sulla rete e avente l'obiettivo di mantenere in un sistema elettrico l'equilibrio tra generazione e fabbisogno;
- Regolazione secondaria di frequenza: regolazione automatica dell'erogazione di potenza attiva effettuata sulla base di un segnale di livello inviato da Terna e avente l'obiettivo di ripristinare gli scambi di potenza alla frontiera ai valori di programma e di riportare la frequenza di rete al suo valore nominale;
- Regolazione terziaria e Bilanciamento: regolazione manuale dell'erogazione di potenza attiva effettuata a seguito di un ordine di dispacciamento impartito da Terna e avente l'obiettivo di:
 - ristabilire la disponibilità della riserva di potenza associata alla regolazione secondaria;
 - risolvere eventuali congestioni;
 - mantenere l'equilibrio tra carico e generazione.
- Regolazione di tensione: regolazione dell'erogazione di potenza reattiva in funzione del valore di tensione misurato al punto di connessione con la rete e/o in funzione di un setpoint di potenza inviato da Terna.

La tecnologia delle batterie agli ioni di litio è attualmente lo stato dell'arte per efficienza, compattezza, flessibilità di utilizzo.

Un sistema di accumulo, o BESS, comprende come minimo:

- x BAT: batteria di accumulatori elettrochimici, del tipo agli ioni di Litio;
- x BMS: il sistema di controllo di batteria (Battery Management System);
- x BPU: le protezioni di batteria (Battery Protection Unit);
- x PCS: il convertitore bidirezionale caricabatterie-inverter (Power Conversion System);
- x EMS: il sistema di controllo EMS (Energy management system);
- x AUX: gli ausiliari (HVAC, antincendio, ecc.).

Il collegamento del BESS alla rete avviene mediante un trasformatore innalzatore BT/MT, e un quadro di parallelo dotato di protezioni di interfaccia. I principali ausiliari sono costituiti dalla ventilazione e raffreddamento degli apparati. L'inverter e le protezioni sono regolamentati dalla norma nazionale CEI 0-16. Le batterie vengono dotate di involucri sigillati per contenere perdite di elettrolita in caso di guasti, e sono installate all'interno di container (di tipo marino modificati per l'uso come cabine elettriche). La capacità del BESS è scelta in funzione al requisito minimo per la partecipazione ai mercati del servizio di dispacciamento, che richiede il sostenimento della potenza offerta per almeno 2 ore opportunamente sovradimensionata per tener conto delle dinamiche intrinseche della tecnologia agli ioni di litio (efficienza, energia effettivamente estraibili), mentre la potenza del sistema viene dimensionata rispetto alla potenza dell'impianto fotovoltaico.

8.2 SISTEMA DI ACCUMULO per 1 h

Il sistema di accumulo avrà una capacità di 50 MW, capace, alla massima potenza, di erogare o accumulare energia per circa 1 h (cioè connesso a batterie di capacità utile di 48 MWh).

Il sistema è composto da 10 Unità BESS autonome, ciascuna caratterizzata da:

1 Skid inverter da 5 MW, dotato di:

- 2 trasformatori da 2,5 MVA a doppio avvolgimento
- 2 Inverter da 2,5 MW
- 1 container batterie da 40', collegate agli inverter, ciascuno composto da 18 rack batterie da 288kWh per una capacità totale di 5,18 MWh installati di cui utili 4,8 MWh.

Il Sistema BESS Implementato ha pertanto questi dati caratteristici:

Caratteristiche Tecniche Sistema di Accumulo	
Potenza di Immissione/Accumulo	50 MW
Capacità Totale Installata	fino a 51,8 MWh
Capacità Totale Utile	fino a 48,00 MWh

Tab 10: Caratteristiche tecniche Accumulo



AGROVOLTAICA™

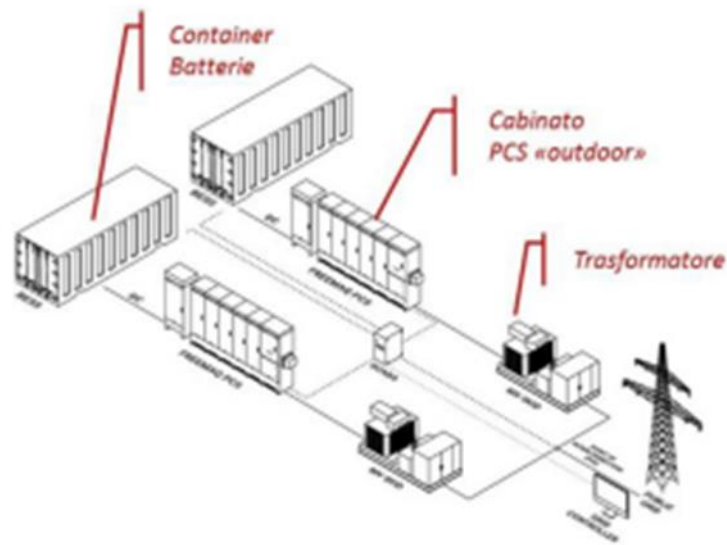


Fig.25: Esempio di Impianto di Stoccaggio

8.2.1 Batterie

I sistemi energy storage con tecnologia al litio sono caratterizzati da stringhe batterie (denominati batteries racks) costituite dalla serie di diversi moduli batterie, al cui interno sono disposte serie e paralleli delle celle elementari. Si riporta un esempio di cella, modulo batteria e rack



batterie:

Fig. 26: Esempio cella batteria



Fig. 27: Esempio modulo batteria



AGROVOLTAICA™



Fig.28: Esempio rack batterie

Infine a capo dei moduli posti in serie all'interno dei rack vi è la Battery Protection Unit (BPU) responsabile della protezione dell'intero rack contro i corto circuiti, il sezionamento del rack per eseguire la manutenzione in sicurezza, e la raccolta di tutte le informazioni provenienti dai vari moduli (temperature, correnti, tensioni, stato di carica etc). Si riporta un esempio di BPU:



Fig.29: Esempio BPU

8.2.2 Convertitori di Potenza (PCS)

Dal momento che i rack batterie sono caratterizzati da grandezze elettriche continue, al fine di poter connettere tali dispositivi alla rete elettrica vi è la necessità di convertire tali grandezze continue in alternate. A tal fine il sistema di conversione solitamente utilizzato in applicazioni Energy Storage è un convertitore bidirezionale monostadio caratterizzato da un unico inverter AC/DC direttamente collegato al sistema di accumulo:



Fig. 30: Schema semplificato di un convertitore monostadio

Tali convertitori possono essere installati direttamente all'interno di container.



Fig. 31: Esempio convertitore da interno

Il convertitore poi risulta essere connesso ad un trasformatore elevatore MT/BT al fine di trasportare l'energia in maniera più efficiente.

8.2.3 Collegamenti Elettrici

Il collegamento del sistema di accumulo avverrà mediante 1 interruttore posto nelle celle di media a 20 kV sul quadro generale di media tensione dell'impianto. I tratti di interconnessione tra i container saranno realizzati con cavi direttamente interrati. Tutti gli impianti elettrici saranno realizzati a regola d'arte, progettati e certificati ai sensi delle norme CEI EN vigenti. Le sezioni dell'impianto di accumulo saranno collegate all'impianto di terra tramite appositi dispersori.

8.2.4 Container

I container sono progettati per ospitare le apparecchiature elettriche, garantendo idonee segregazioni per le vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante), isolamento termico e separazione degli ambienti, spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno.

I container rispetteranno i seguenti requisiti:

- Resistenza al fuoco REI 120;
- Contenimento di qualunque fuga di gas o perdita di elettrolita dalle batterie in caso di incidente;
- segregazione delle vie cavi (canalizzazioni e pavimento flottante); adeguati spazi di manutenzione e accessibilità dall'esterno ai singoli compartimenti;
- isolamento termico in poliuretano o lana minerale a basso coefficiente di scambio termico;
- pareti di separazione tra i diversi ambienti funzionali (stanze o locali);
- porte di accesso adeguate all'inserimento / estrazione di tutte le apparecchiature (standard ISO + modifica fornitore) e alle esigenze di manutenzione;
- I locali batterie saranno climatizzati con condizionatori elettrici "HVAC". Ogni container sarà equipaggiato con minimo due unità condizionatore al fine di garantire della ridondanza;
- Particolare cura sarà posta nella sigillatura della base del container batterie. Per il locale rack batterie saranno realizzati setti sottopavimento adeguati alla formazione di un vascone di contenimento, che impedisca la dispersione di elettrolita nel caso incidentale;
- Sicurezza degli accessi: i container sono caratterizzati da elevata robustezza, tutte le porte saranno in acciaio rinforzato e dotate di dispositivi anti-intrusione a prevenire l'accesso da parte di non autorizzati.



AGROVOLTAICA™



Fig. 32: Sistema di storage agli ioni di litio in container

MISURE	PESI
<ul style="list-style-type: none">Lunghezza esterna: 12.192 mm	<ul style="list-style-type: none">Peso a vuoto (tara): 3.630-3.740 kg
<ul style="list-style-type: none">Larghezza esterna: 2.438 mm	<ul style="list-style-type: none">Peso massimo a pieno: 26.740-36.850 kg
<ul style="list-style-type: none">Altezza esterna: 2.591 mm	
<ul style="list-style-type: none">Altezza apertura posteriore: 2.270 mm	
<ul style="list-style-type: none">Volume interno di carico: da 65,2 a 67,7 m³	

Tab. 11 : Dimensioni e Pesì Container da 40'

9 ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE E PROCEDURE PER LA TUTELA DELL'AMBIENTE

Per l'esecuzione delle opere è previsto un periodo di 12 mesi. Durante tale periodo si stima il transito all'interno dell'area interessata di circa 288 automezzi, la maggior parte di categoria N1 e N2, una piccola percentuale di N3, adibiti al trasporto e alla posa dei materiali impiegati nella costruzione, così articolati:

- circa 125 automezzi per la fornitura dei moduli fotovoltaici in pallet su veicoli N2, che alimentano il cantiere con cadenza giornaliera trasportando i moduli dal magazzino di logistica posto all'Interporto di Rovigo al cantiere;
- circa 123 automezzi N2 e N3 per la fornitura delle strutture metalliche di sostegno dei moduli;
- circa 40 automezzi, categoria N3, per la fornitura e la posa delle cabine elettriche, delle apparecchiature elettromeccaniche di stazione e per la fornitura e l'esecuzione delle opere edili (palificazioni, getti in cls, strutture edilizie in elevazione, ecc...).

Il cantiere avrà un'area di logistica sul lato nord, esterna all'area dell'impianto, dove saranno posizionati gli uffici per il cantiere, i locali spogliatoi, i servizi Wc, l'area mensa e il parcheggio delle vetture di chi si reca a lavorare in cantiere. Alcuni servizi wc mobili saranno dislocati all'interno del cantiere in modo da abbreviare i percorsi per il loro utilizzo.

La recinzione di cantiere sarà costituita dalla recinzione dell'impianto che viene subito realizzata in modo da non avere troppe strutture provvisorie. Queste saranno impiegate in minima parte negli accessi.

Sarà allestita anche una guardiana all'ingresso del cantiere in modo da garantire il controllo e l'accesso ai non addetti alla stessa.

Saranno individuate alcune aree interne all'impianto destinate a deposito giornaliero di materiale e sarà utilizzato anche in via provvisoria l'attuale fienile, utilizzato ora per l'ammasso dei cereali ma che a impianto finito sarà utilizzato per il ricovero del fieno raccolto.

Le fasi di cantiere saranno:

- accantieramento con predisposizione delle aree a servizi
- predisposizione dell'area di rifornimento carburante dei mezzi per evitare spargimenti accidentali;
- intervento di sistemazione idraulica dell'area;
- esecuzione della recinzione dell'impianto;
- sistemazione della viabilità interna
- infissione delle strutture porta moduli
- installazione dei moduli fotovoltaici
- installazione delle cabine di media
- collegamenti elettrici
- installazione dell'impianto di irrigazione
- Pulizia e rimozione di tutte le attrezzature di cantiere

- sistemazione del terreno coltivabile
- seminazione del prato polifita

Il materiale arido utilizzato per l'allestimento temporaneo delle aree di cantiere sarà recuperato a fine lavori e riutilizzato all'interno dell'intera area oggetto di intervento per il completamento della viabilità di progetto e il ripristino della viabilità interpodereale esistente; le aree utilizzate saranno quindi ripristinate nella conformazione originale al termine dello svolgimento delle attività di cantiere.

9.1. Possibili rischi trasmessi all'ambiente

Indicativamente i possibili rischi trasmessi all'ambiente circostante dalle attività connesse con l'esecuzione dei lavori sono:

- interferenza con la viabilità, durante le operazioni di accesso e uscita degli automezzi dalle aree di cantiere e la percorrenza della viabilità di connessione;
- usura degli strati di finitura delle pavimentazioni stradali per il transito di automezzi;
- formazione di polveri, durante la movimentazione degli automezzi nelle aree sterrate;
- produzione di rumore, durante la movimentazione dei mezzi meccanici, la battitura dei pali di sostegno dei moduli e della stazione MT/AT;

Tali problematiche dovranno essere analizzate e coordinate tramite apposito Piano di sicurezza e di Coordinamento ai sensi del D.Lgs. 81/2008 e s.m.i., da redigere in fase di redazione del progetto esecutivo.

9.2. Procedure da adottare per la riduzione dei rischi e la tutela dell'ambiente

In relazione alle situazioni di rischio evidenziate al paragrafo precedente, quali prime indicazioni per la redazione del Piano di Sicurezza e di Coordinamento, si segnalano le seguenti procedure da attuare in fase di esecuzione:



AGROVOLTAICA™

- interferenza con la viabilità: installazione di apposita segnaletica stradale e di segnalazioni luminose nei punti critici della viabilità a partire dalle derivazioni previste lungo la strada provinciale SP 42;
- usura degli strati di finitura delle pavimentazioni stradali: riparazione localizzata o ricarica, a seconda della necessità, degli strati di finitura in stabilizzato calcareo a seconda della tipologia stradale esistente;
- formazione di polveri: evitare la concentrazione di mezzi meccanici e mantenere bagnato il materiale inerte movimentato e la viabilità sterrata con impiego di autobotti, in particolare durante il periodo estivo;
- produzione di rumore: rispettare i regolamenti edilizi comunali in materia di inquinamento acustico; monitorare costantemente il livello di rumore nelle fasi di maggiore attività, evitando possibilmente la concentrazione dell'utilizzo dei mezzi meccanici in aree limitate, soprattutto in vicinanza delle aree abitate;
- dispersione di olii e carburanti: in caso di perdita di olio da parte dei mezzi meccanici impiegati si dovrà provvedere all'immediato allontanamento dall'area di cantiere, al confinamento della zona di terreno interessata con successiva bonifica del terreno e il trasporto a discarica autorizzata del materiale inquinato nel rispetto delle norme e delle procedure di igiene e di sicurezza vigenti; le operazioni di rifornimento del carburante dei mezzi impiegati dovrà essere effettuato esclusivamente all'interno dell'area predisposta, utilizzando contenitori-distributori conformi alle norme di sicurezza.

10 NORME E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

La legislazione e normativa nazionale cui si fa riferimento nel progetto è rappresentata da:

Leggi e decreti:

Direttiva Macchine 2006/42/CE - “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni” indicate dal DM del 14 Gennaio 2018, pubblicate sulla Gazzetta ufficiale n° 29 del 4/2/2008 - Suppl. Ordinario n. 30, integrate dalle “Istruzioni per l’applicazione delle Norme NTC” di cui al DM 14/01/2018, Circolare del 02/02/2009 n.617, Pubblicate nella Gazzetta Ufficiale n. 47 del 26 febbraio 2009 – Suppl. Ordinario n. 27 Eurocodici

- UNI EN 1991 (serie) Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture.
- UNI EN 1993 (serie) Eurocodice 3 – Progettazione delle strutture di acciaio.
- UNI EN 1994 (serie) Eurocodice 4 – Progettazione delle strutture composte acciaio-calcestruzzo.
- UNI EN 1997 (serie) Eurocodice 7 – Progettazione geotecnica.
- UNI EN 1998 (serie) Eurocodice 8 – Progettazione delle strutture per la resistenza sismica.
- UNI EN 1999 (serie) Eurocodice 9 – Progettazione delle strutture di alluminio.

Altri documenti

Esistono inoltre documenti (Istruzioni CNR) che non hanno valore di normativa, anche se in qualche caso i decreti ministeriali fanno espressamente riferimento ad essi:

- CNR 10022/84 Costruzioni di profilati di acciaio formati a freddo;
- CNR 10011/97 Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione;
- CNR 10024/86 Analisi mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- CNR-DT 207/2008, "Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni".

Eventuali normative non elencate, se mandatorie per la progettazione del sistema possono essere referenziate.

In caso di conflitto tra normative e leggi applicabili, il seguente ordine di priorità dovrà essere rispettato:

- Leggi e regolamenti Italiani;
- Leggi e regolamenti comunitari (EU);
- Documento in oggetto;
- Specifiche di società (ove applicabili);
- Normative internazionali.



AGROVOLTAICA™

Legislazione e normativa nazionale in ambito Civile e Strutturale

- Decreto Ministeriale Infrastrutture 14 gennaio 2018 “Nuove Norme tecniche per le costruzioni”;
- Circ. Min. Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617 “Istruzioni per l’applicazione norme tecniche per le costruzioni”;
- Legge 5.11.1971 N° 1086 - (norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica);
- CNR-UNI 10021- 85 - (Strutture di acciaio per apparecchi di sollevamento. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione).

Legislazione e normativa nazionale in ambito Elettrico

- D. Lgs 9 Aprile 2008 n. 81 e s.m.i..
- Attuazione dell’articolo 1 della Legge 3 Agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro).
- CEI EN 50110-1 (Esercizio degli impianti elettrici)
- CEI 11-27 (Lavori su impianti elettrici)
- CEI 0-10 (Guida alla manutenzione degli impianti elettrici)
- CEI 82-25
- CEI 0-16
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
- CEI EN 60445 (CEI 16-2) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità dei conduttori Sicurezza elettrica
- CEI 0-16 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed M delle imprese distributrici di energia elettrica
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI 64-8/7 (Sez.712) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari
- CEI 64-12 Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario



AGROVOLTAICA™

- CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori
- IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems
- CEI EN 60529 (CEI 70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI 64-57 Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici
 - Impianti di piccola produzione distribuita.
- CEI EN 61140 (CEI 0-13) Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature

Parte fotovoltaica

- ANSI/UL 1703:2002 Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels
- IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols
- CEI EN 50380 (CEI 82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione
- CEI EN 50461 (CEI 82-26) Celle solari - Fogli informativi e dati di prodotto per celle solari al silicio cristallino
- CEI EN 50521(82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove
- CEI EN 60891 (CEI 82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento
- CEI EN 60904-1 (CEI 82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per i dispositivi solari di riferimento
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
- CEI EN 60904-4 (82-32) Dispositivi fotovoltaici - Parte 4: Dispositivi solari di riferimento Procedura per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN 60904-5 (82-10) Dispositivi fotovoltaici - Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ETC) dei dispositivi solari fotovoltaici (PV) attraverso il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN 60904-7 (82-13) Dispositivi fotovoltaici - Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici



AGROVOLTAICA™

- CEI EN 60904-8 (82-19) Dispositivi fotovoltaici - Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico
- CEI EN 60904-9 (82-29) Dispositivi fotovoltaici - Parte 9: Requisiti prestazionali dei simulatori solari
- CEI EN 60068-2-21 (91-40) 2006 Prove ambientali - Parte 2-21: Prove - Prova U: Robustezza dei terminali e dell'interconnessione dei componenti sulla scheda
- CEI EN 61173 (CEI 82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida
- CEI EN 61215 (CEI 82-8) Moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo
- CEI EN 61646 (CEI 82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo
- CEI EN 61277 (CEI 82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida
- CEI EN 61345 (CEI 82-14) Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)
- CEI EN 61683 (CEI 82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza
- CEI EN 61701 (CEI 82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)
- CEI EN 61724 (CEI 82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati
- CEI EN 61727 (CEI 82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete
- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove
- CEI EN 61829 (CEI 82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V
- CEI EN 62093 (CEI 82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali
- CEI EN 62108 (82-30) Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

Quadri elettrici



AGROVOLTAICA™

- CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti

- CEI 99-2 (EN 61936-1): “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata: Parte 1. Prescrizioni comuni”;
 - CEI 99-3 (EN 50522): “Messa a terra degli impianti elettrici a tensione > 1 kV c.a.”;
 - CEI 99-4: “Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale”;
 - CEI 99-5: “Guida per l'esecuzione degli impianti di terra delle utenze attive e passive connesse ai sistemi di distribuzione con tensione superiore a 1 kV in c.a.”;
 - CEI 11-17: (2006-07, 3^a ed.) Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo.
 - CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
 - CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante
 - CEI 11-20, V2 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati alle reti di I e II categoria – Allegato C - Prove per la verifica delle funzioni di interfaccia con la rete elettrica per i micro generatori
 - CEI EN 50110-1 (CEI 11-48) Esercizio degli impianti elettrici
 - CEI EN 50160 (CEI 8-9) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell'energia elettrica
- Cavi, cavidotti e accessori
- CEI 20-13 Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV
 - CEI 20-14 Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV



AGROVOLTAICA™

- CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
 - CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata
 - CEI 20-40 Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
 - CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
 - CEI 20-67 Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
 - CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogenata non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici
 - CEI EN 50086-1 (CEI 23-39) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali
 - CEI EN 50086-2-4 (CEI 23-46) Sistemi di canalizzazione per cavi - Sistemi di tubi
 - Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
 - CEI EN 50262 (CEI 20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche
 - CEI EN 60423 (CEI 23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori
 - CEI EN 61386-1 (CEI 23-80) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali
 - CEI EN 61386-21 (CEI 23-81) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 21: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
 - CEI EN 61386-22 (CEI 23-82) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
 - Parte 22: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori
 - CEI EN 61386-23 (CEI 23-83) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche
 - Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
- Conversione della Potenza
- CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione
 - CEI EN 60146-1-1 (CEI 22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali



- CEI EN 60146-1-3 (CEI 22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori
- CEI UNI EN 45510-2-4 (CEI 22-20) Guida per l’approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica – Parte 2-4:
- Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza
Scariche atmosferiche e sovratensioni
- CEI EN 50164-1 (CEI 81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
Dispositivi di Potenza
- CEI EN 50123 (serie) (CEI 9-26 serie) Applicazioni ferroviarie, tranviarie, filoviarie e metropolitane - Impianti fissi -Apparecchiatura a corrente continua
- CEI EN 50178 (CEI 22-15) Apparecchiature elettroniche da utilizzare negli impianti di potenza
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari - Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua
- CEI EN 60947-1 (CEI 17-44) Apparecchiature a bassa tensione - Parte 1: Regole generali
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici
- CEI EN 60947-4-1 (CEI 17-50) Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori– Contattori e avviatori elettromeccanici
Compatibilità elettromagnetica
- CEI 110-26 Guida alle norme generiche EMC
- CEI EN 50263 (CEI 95-9) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Norma di prodotto per i rele di misura e i dispositivi di protezione



AGROVOLTAICA™

- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2) Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili – Parte 1: Definizioni
 - CEI EN 61000-2-2 (CEI 110-10) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione
 - CEI EN 61000-2-4 (CEI 110-27) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-4: Ambiente – Livelli di compatibilità per disturbi condotti in bassa frequenza negli impianti industriali
 - CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti – Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase)
 - CEI EN 61000-3-3 (CEI 110-28) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-3: Limiti – Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature concorrente nominale 16 A e non soggette ad allacciamento su condizione
 - CEI EN 61000-3-12 (CEI 210-81) Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-12: Limiti – Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso $> 16 A$ e $\leq 75 A$ per fase.
 - CEI EN 61000-6-1 (CEI 210-64) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-1: Norme generiche - Immunità per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
 - CEI EN 61000-6-2 (CEI 210-54) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-2: Norme generiche - Immunità per gli ambienti industriali
 - CEI EN 61000-6-3 (CEI 210-65) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-3: Norme generiche - Emissione per gli ambienti residenziali, commerciali e dell'industria leggera
 - CEI EN 61000-6-4 (CEI 210-66) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 6-4: Norme generiche - Emissione per gli ambienti industriali
- Energia solare
- UNI 8477-1 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell'energia raggiante ricevuta
 - UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario
 - UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici
- Sistemi di misura dell'energia elettrica
- CEI 13-4 Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica
 - CEI EN 62052-11 (CEI 13-42) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Parte 11: Apparato di misura



AGROVOLTAICA™

- CEI EN 62053-11 (CEI 13-41) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 11: Contatori elettromeccanici per energia attiva (classe 0,5, 1 e 2)
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2)
- CEI EN 62053-22 (CEI 13-44) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 22: Contatori statici per energia attiva (classe 0,2 S e 0,5 S)
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-2 (CEI 13-53) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 2: Prescrizioni particolari - Contatori elettromeccanici per energia attiva (indici di classe A e B)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 62059-31-1 (13-56) Apparat per la misura dell'energia elettrica – Fidatezza Parte 31-1: Prove accelerate di affidabilità - Temperatura ed umidità elevate