

REGIONE SICILIANA
LIBERO CONSORZIO COMUNALE DI TRAPANI
COMUNI DI MARSALA E DI TRAPANI

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO DI POTENZA PARI A 40 MW,
SU TERRENO AGRICOLO SITO NEL COMUNE DI MARSALA (TP) IN CATASTO
AL FG. 137 P.LLE 3, 4, 182, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 122, 126, 196 E AL FG.
138, P.LLE 138, 213, 53, 54, 121, 160, 117, 119, 120, 96, 97, 100, 104, E ALTRE AFFERENTI
ALL'IMPIANTO DI UTENZA E ALLE OPERE DI RETE NEI COMUNI DI MARSALA E DI TRAPANI (TP)

Timbro e firma del progettista

Capital Engineering snc
Ing. Vincenzo Massaro



Capital Engineering snc
Ing. Salvatore Li Vigni



Timbri autorizzativi

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello prog.	ID Terna spa	Tipo Elabor.	N.ro Elabor.	Project ID	NOME FILE	DATA	SCALA
PDef	202302626	Relazione	02	MESSINELLO- PV01a	MESSINELLO-PV01a Rel. tecnica descrittiva Rev.00 del 16 05 24.docx	16.05.2024	-

REVISIONI

VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
Rev.00	16.05.2024	Prima emissione	AS	CC	VM

IL PROPONENTE

MESSINELLO SOLAR srl

Sede legale: Via San Damiano, 2
20122 Milano
P.IVA 12830470964

PROGETTO DI



Capital Engineering S.n.c.
Sede legale: Via Trinacria, 52 - 90144 - Palermo
e-mail: info@capitalengineering.it

SU INCARICO DI



Coolbine S.r.L.
Sede legale: Via Trinacria, 52 - 90144 - Palermo
e-mail: autorizzazioni@coolbine.it

Sommarrio

1	Premessa.....	2
2	Caratteristiche fisiche e tecniche dell'intervento	5
2.1	Componenti dell'impianto	5
2.1.1	Moduli fotovoltaici.....	6
2.1.2	Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici	6
2.1.3	Quadri di campo	8
2.1.4	Sistemi di cavi in corrente continua e in corrente alternata.....	8
2.1.5	PV Station.....	10
2.1.6	Cabina di sottocampo, cabina di raccolta, cabine di raccolta e trasformazione 20/36kV e cabina di sezionamento	16
2.1.7	Sistema di accumulo	17
2.1.8	Cabine ausiliari.....	18
2.1.9	Protezioni.....	19

1 Premessa

Il presente documento ha lo scopo di descrivere le caratteristiche tecniche dei componenti utilizzati per la realizzazione dell'impianto agrivoltaico denominato "Messinello PV01a", costituito da:

- **impianto fotovoltaico**, costituito da:
 - o moduli fotovoltaici;
 - o strutture fisse di sostegno dei moduli fotovoltaici;
 - o opere civili, accessorie ed elettriche;
 - o stazione meteorologica;
 - o Combiner box;
 - o PV Station contenenti ciascuna un inverter centralizzato, un trasformatore MT/BT, un quadro MT di protezione, un quadro BT di protezione, un trasformatore BT/BT per i servizi ausiliari;
 - o Cabine di sottocampo (A-B-C-D) contenenti il quadro MT di protezione, in cui si attesteranno le estremità terminali dei cavi MT in arrivo dalle singole PV Station e da cui partirà il cavidotto a 20kV per il collegamento alla Cabina di raccolta e trasformazione 20/36kV, il trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari, il quadro BT dei servizi ausiliari e il contatore di misura dell'energia prodotta dal sottocampo;
 - o Cabine di raccolta e trasformazione 20/36kV contenenti i trasformatori 20/36kV;
 - o Cabina di raccolta contenente i quadri di protezione delle linee provenienti dai sottocampi B, C e D e da cui partirà il cavidotto a 20kV per la cabina di raccolta e trasformazione;
 - o Sistema di accumulo per l'energia prodotta (BESS) costituito da 11 gruppi batterie, 6 PV Station, cabina del sistema di accumulo e cabina di trasformazione 20/36kV dedicata, per l'immissione dell'energia in AT;
 - o Cabine ausiliari contenenti le apparecchiature per il controllo e monitoraggio dell'impianto;
 - o sistemi di cavi BT in corrente continua, interrati e in parte fuori terra, per il convogliamento dell'energia prodotta dai moduli fotovoltaici alle Combiner box e da queste agli inverter centralizzati contenuti nelle PV Station;
 - o sistemi di cavi BT in corrente alternata, interrati e in parte fuori terra, per il convogliamento dell'energia elettrica in corrente alternata in uscita dagli inverter centralizzati ai rispettivi trasformatori MT/BT posti nelle stesse PV Station;
 - o sistema di cavi interrati in media tensione a 20 kV per il collegamento di ciascuna delle PV Station alla relativa Cabina di sottocampo, da questa alla cabina di raccolta e per il collegamento di quest'ultima cabina alle Cabine di raccolta e trasformazione 20/36kV;
 - o impianto di Utenza a cura del proponente composto da:
 - Sistema di cavi interrato a 36kV di collegamento tra le Cabine di raccolta e trasformazione 20/36kV;

- Sistema di cavi interrato a 36kV di collegamento tra la Cabina di raccolta e trasformazione 20/36kV situata nel sottocampo A e la sezione a 36 kV di una nuova stazione elettrica (SE) della RTN 220/36 kV, avente lunghezza di circa 4,6 km;
- Impianto di Rete (a cura di Terna S.p.A.) come da soluzione tecnica proposta dal Gestore di Rete e accettata formalmente in data 30/10/2023, che prevede la realizzazione di una nuova stazione (o stallo) arrivo produttore a 36kV della nuova Stazione Elettrica RTN 220/36 kV “Borgo Zaffarana”, da inserire in entra – esce sulla linea RTN a 220 kV “Fulgatore – Partinico”.
- **attività agricola**, meglio dettagliata nella relazione specialistica e nella relazione generale.

Si riporta di seguito il layout di impianto su ortofoto:

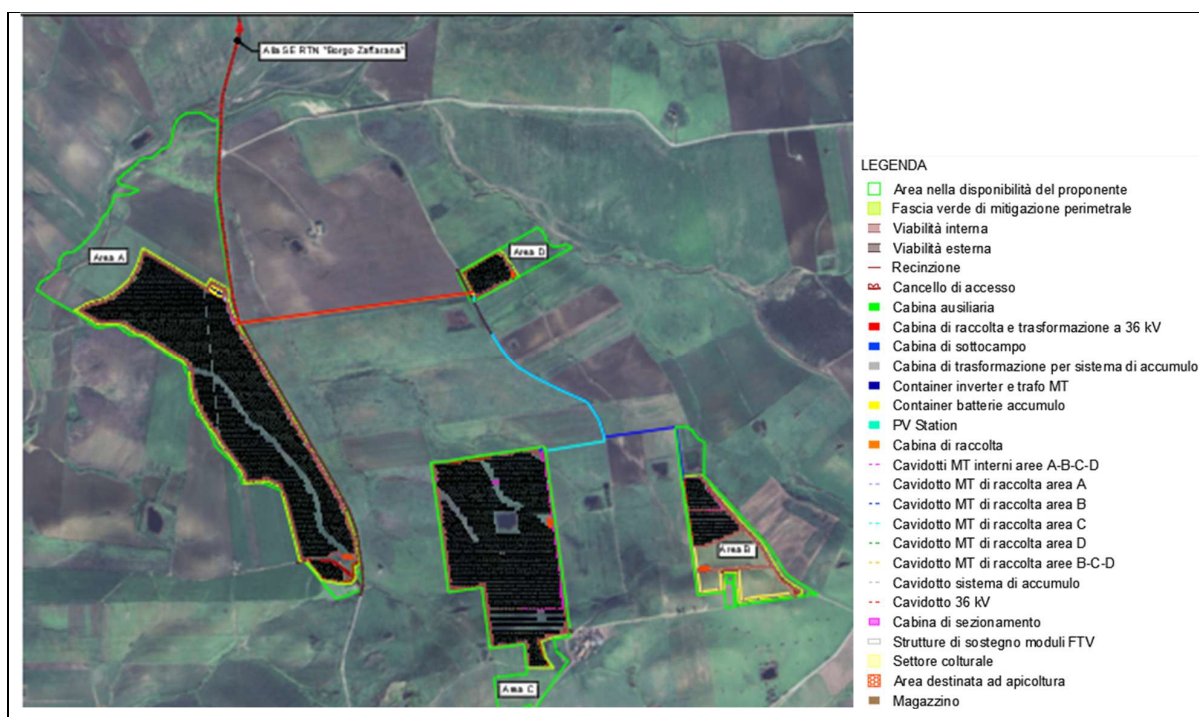


Figura 1-1 – Layout di impianto

I moduli fotovoltaici e le loro strutture di sostegno, le loro opere civili, accessorie e di connessione e la componente agronomica dell’impianto agrivoltaico saranno installati all’interno di un lotto di terreno nella disponibilità del proponente, ubicato in località “Messinello” del comune di Marsala (TP). Tale lotto di terreno definisce l’area di installazione dell’impianto agrivoltaico Messinello PV01a, di seguito denominata anche “area di impianto”).

I dati di riferimento catastali e le coordinate dell’area di impianto sono mostrati nella seguente Tabella 1.1.

OGGETTO	Coordinate Geografiche	Comune	Fogli catastale	Particelle	Superficie [Ha]
Area di impianto Messinello PV01a	37°50'7.18"N 12°39'43.28"E	Marsala	137	3, 4, 182, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 122, 126, 196	≈ 66,0
		Marsala	138	138, 213, 53, 54, 121, 160, 117, 119, 120, 96, 97, 100, 104,	

Tabella 1-1 – Informazioni geografiche e catastali

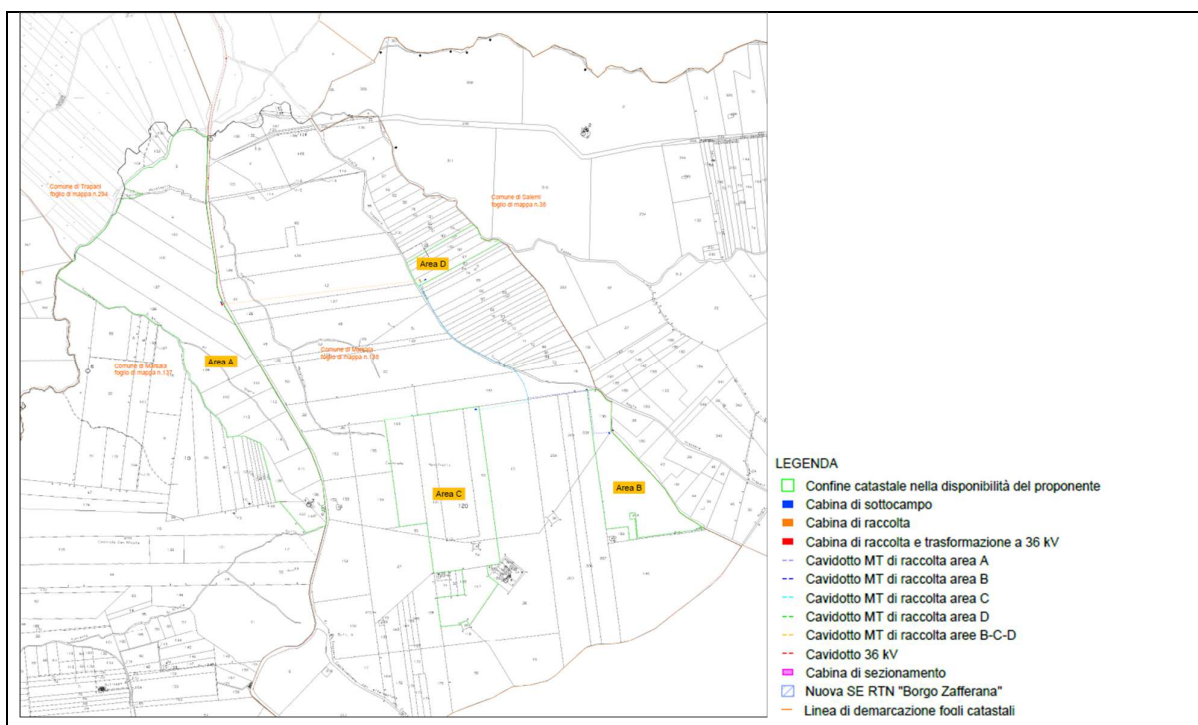


Figura 1-2 – Inquadramento su stralcio catastale

Nell'area di impianto del progetto agrivoltaico "Messinello PV01a" saranno installate n. 3810 strutture di sostegno fisse, aventi configurazione 3x5 con moduli fotovoltaici di potenza pari a 700 Wp e tecnologia monocristallina, sviluppando così un impianto di potenza di picco pari a 40,005 MWp.

La distanza tra le strutture di sostegno è stata scelta in maniera tale da considerare l'orografia del terreno al fine di minimizzare l'ombreggiamento tra le file dei moduli fotovoltaici.

In ottemperanza alle procedure poste in essere, è stata sottoposta al gestore di rete Terna S.p.A., formale istanza di allacciamento alla RTN al fine di valutarne la fattibilità tecnica.

In data 24/06/2023 e con Codice Pratica 202302626 è stata ottenute da Terna S.p.A. la Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) di cui si riporta di seguito un estratto (si veda l'elaborato di progetto "Rel.25 Preventivo di connessione e accettazione soluzione tecnica di allaccio").

La Soluzione Tecnica Minima Generale per Voi elaborata prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 36 kV con una nuova stazione elettrica di trasformazione (SE) a 220/36 kV della RTN, da inserire in entra - esce sulla linea RTN a 220 kV "Fulgatore - Partanna", previa:

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

A seguito della STMG ricevuta, il presente progetto definitivo prevede che l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici afferisca ad un sistema di 12 blocchi "PV Station", ciascuno costituito da un trasformatore MT/BT, un inverter centralizzato, un quadro MT di protezione, un trasformatore BT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari, e un quadro BT di protezione.

Tramite le PV Station, l'energia in corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici viene convertita in corrente alternata e trasformata al livello di tensione di 20kV. Ogni PV Station sarà collegata tramite un proprio cavidotto MT interrato a 20kV alla Cabina di Sottocampo, per convogliare a questa l'energia prodotta dai moduli fotovoltaici.

Da ciascuna cabina di Sottocampo, tramite un tratto di cavidotto interrato MT 20 kV, l'energia dell'intero campo fotovoltaico sarà convogliata alle Cabine di raccolta e trasformazione 20/36kV, nelle quali avverrà l'innalzamento della tensione da 20 kV a 36 kV. Dalle Cabine di raccolta e trasformazione 20/36 kV, l'energia prodotta a 36kV verrà consegnata, tramite un cavidotto a 36 kV e una cabina di sezionamento, alla sezione 36 kV della nuova Stazione Elettrica (SE) 220/36kV della RTN (per maggiori dettagli sui vari collegamenti si vedano gli elaborati "Relazione Tecnica Elettrica", e gli elaborati grafici di progetto "Inquadramento su Ortofoto", "Planimetria Generale Impianto e "Schema Elettrico Unifilare").

2 Caratteristiche fisiche e tecniche dell'intervento

2.1 Componenti dell'impianto

Gli elementi principali costituenti l'impianto fotovoltaico sono:

- Moduli fotovoltaici;
- Strutture fisse di sostegno dei moduli fotovoltaici;
- Quadri di campo (Combiner Box);
- Sistemi di cavi in corrente continua e in corrente alternata;
- PV Station;
- Cabine di Sottocampo, Cabina di raccolta, Cabine di raccolta e trasformazione 20/36kV, cabina di sezionamento;
- Sistema di accumulo;
- Protezioni;

2.1.1 Moduli fotovoltaici

I moduli previsti per la realizzazione del generatore fotovoltaico hanno potenza nominale pari a 700 Wp e sono di tipo monocristallino da 132 celle (le misurazioni sono state eseguite in condizioni standard ovvero 1000 W/m², 25°C, AM 1,5) - Figura 2.1. Sul prodotto è prevista la garanzia di 12 anni ed è realizzato con celle ad alta efficienza. La potenza di picco per unità di superficie dei moduli fotovoltaici di progetto è pari a 0,232 kW/m², ottenuta dividendo la potenza di picco del modulo per la sua superficie.

Il tasso di decadimento delle prestazioni del modulo fotovoltaico, secondo quanto dichiarato dal costruttore è dell'1% per il primo anno di funzionamento e dello 0,4% negli anni successivi.

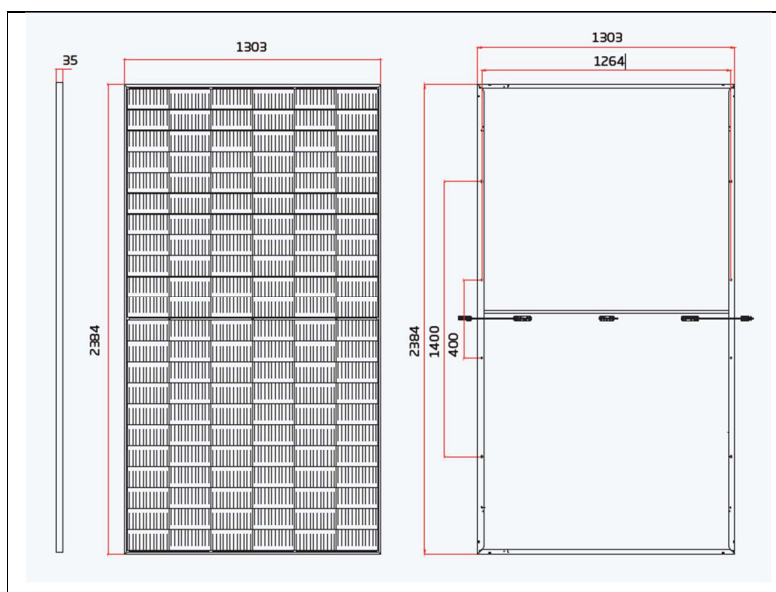


Figura 2-1 Modulo fotovoltaico da 700Wp con dimensioni 2384 x 1303 x 35 mm

ELECTRICAL DATA (STC & NOCT)

Testing Condition	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT	STC	NOCT
Peak Power Watts- P_{MAX} (Wp)*	685	522	690	526	695	531	700	534	705	540	710	543
Power Tolerance- P_{MAX} (W)	0% +5											
Maximum Power Voltage- V_{MP} (V)	39.8	37.4	40.1	37.7	40.3	37.9	40.5	38.0	40.7	38.3	40.9	38.5
Maximum Power Current- I_{MP} (A)	17.19	13.93	17.23	13.95	17.25	14.00	17.29	14.04	17.33	14.08	17.36	14.12
Open Circuit Voltage- V_{OC} (V)	47.7	45.3	47.9	45.4	48.3	45.9	48.6	46.1	48.8	46.3	49.0	46.5
Short Circuit Current- I_{SC} (A)	18.21	14.67	18.25	14.71	18.28	14.72	18.32	14.76	18.36	14.80	18.40	14.83
Module Efficiency η_m (%)	22.1		22.2		22.4		22.5		22.7		22.9	

STC: Irradiance 1000W/m², Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5. NOCT: Irradiance at 800W/m², Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1m/s. *Measuring tolerance: ±3%.

Tabella 2-1 Caratteristiche elettriche del modulo fotovoltaico di progetto

2.1.2 Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici

L'impianto agrivoltaico in progetto prevede l'installazione di 3810 strutture fisse di sostegno dei moduli fotovoltaici in configurazione 3x5 moduli. Tali strutture sono disposte in direzione Est-Ovest su file parallele aventi distanza interasse variabile tra 6 e 10 m, al fine di ridurre gli effetti degli ombreggiamenti tra una fila di strutture e l'altra. Si tratta di strutture metalliche, i cui pali di sostegno saranno direttamente infissi sul terreno. In particolare, la struttura metallica

di sostegno prevista avrà dimensioni indicative di circa 12 m di lunghezza e circa 3 m di larghezza, con inclinazione sull'orizzontale di 25°. L'altezza media della struttura rispetto al piano campagna sarà di 1,75 m circa.

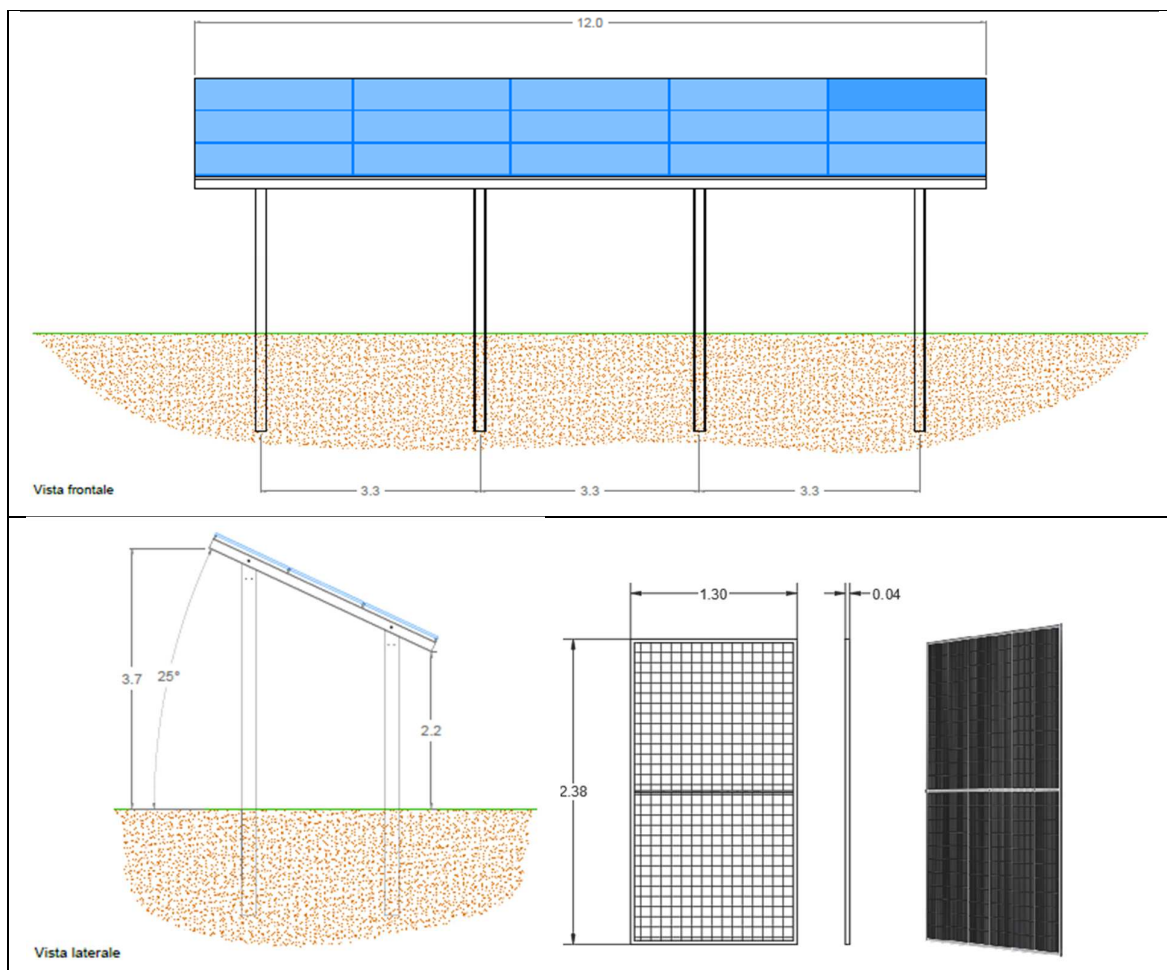


Figura 2-2 – Strutture di sostegno in configurazione 3x5

Il calcolo strutturale relativo a tali strutture di sostegno utilizzate nella presente fase di progettazione definitiva è stato effettuato tenendo conto dei parametri geotecnici del sito, delle azioni di carico agenti sulle strutture in funzione dell'inquadratura territoriale e delle caratteristiche stesse delle opere da realizzare (si veda l'elaborato di progetto "Relazione di calcolo opere civili").

Si specifica che la tipologia delle strutture di sostegno da installare in sito saranno definite in fase di progettazione esecutiva

Per visualizzare il tipico delle strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici si veda l'elaborato grafico di progetto "Particolare strutture di sostegno e moduli fotovoltaici".

2.1.3 Quadri di campo

Nell'impianto oggetto del presente progetto definitivo, i moduli fotovoltaici in numero pari a 30 saranno connessi in serie a formare una stringa. I terminali, positivi e negativi, di ciascuna stringa saranno poi collegati ai quadri di campo (combiner box). Ad ogni combiner box, si prevede che saranno collegati gruppi di massimo 15 stringhe, in funzione del matching con il rispettivo inverter.

Le combiner box saranno installate all'esterno e in posizione la più baricentrica possibile rispetto alle stringhe collegate, compatibilmente con la specificità delle singole sezioni del layout adottato. Complessivamente, si prevede un numero di 130 combiner box, che a gruppi di 13, 7, 8 o 9 saranno collegati agli inverter centralizzati di riferimento.

In questa fase di progettazione definitiva si prevede di utilizzare delle combiner box aventi le caratteristiche riportate nella seguente tabella:

Technical Data	DC-CMB-U15-16	DC-CMB-U15-24	DC-CMB-U15-32
Input (DC)			
Rated voltage	1500 V	1500 V	1500 V
Altitude derating (rated voltage)	2001 m to 3000 m above MSL = reduction by 1.0% per 100 m 3001 m to 4000 m above MSL = reduction by 1.2% per 100 m		
Number of string inputs / fuse holders per pole	16	24	32
Rated current	17.2 A	13.75 A	10.31 A
Fuse type*		10.3 x 85 - 1500 VDC - gPV	
String connection		Connection to the fuse holder	
Sealing range of cable gland		5 mm to 8 mm	
Output (DC)			
Rated current	275 A	330 A	330 A
Temperature derating (rated current)		>50 °C operating temperature = reduction by 1% per K	
DC switch (load-break switch)	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V	400 A / 1500 V
Surge arrester		Type 2, In = 15 kA; I _{max} = 40 kA	
DC output		Busbar (ring terminal lug M12)	
Number of DC outputs	1	1 / 2	1 / 2
Conductor cross-section		Busbar 70 mm ² to 400 mm ²	
Sealing range of cable glands	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm	17 mm to 38.5 mm
Enclosure / Ambient Parameters			
IP degree of protection according to IEC 60529	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated	IP 54 / self-ventilated
Enclosure material		Glass fiber reinforced plastic / UV-resistant	
Dimensions (W / H / D), wall mounting bracket and string cable harness included	550 / 650 / 260 mm (21.65 / 25.59 / 10.24 inch)		590 / 790 / 285 mm (23.23 / 31.10 / 11.22 inch)
Max. weight	25 kg (55 lb)	28 kg (62 lb)	40 kg (88 lb)
Protection class (according to IEC 61140)	II	II	II
Mounting type		Wall mounting	
Ambient temperature in operation / during storage		-25 °C to +60 °C / -40 °C to +70 °C	
Relative humidity		0% to 95%, non-condensing	
Max. altitude above MSL	4000 m	4000 m	4000 m
Standards			
Compliance		CE, IEC 61439-1, IEC 61439-2	

Tabella 2-2 Specifiche tecniche della Combiner Box di progetto

Nelle combiner box, ogni ingresso lato corrente continua sarà dotato di fusibile per la protezione dei cavi di cavi di stringa. L'uscita sarà invece dotata di interruttore di manovra sezionatore per permettere il distacco della combiner box e delle stringhe ad essa collegate.

2.1.4 Sistemi di cavi in corrente continua e in corrente alternata

Nell'impianto Messinello PV01a, oggetto del presente progetto definitivo, sono previste le seguenti tipologie di cavi:

- Cavi in corrente continua, che a loro volta possono essere suddivisi in:
 - o Cavi di stringa;
 - o Cavi di collegamento tra le singole stringhe e le combiner box;
 - o Cavi di collegamento tra le singole combiner box e i rispettivi inverter centralizzati;
- Cavi in corrente alternata, che a loro volta possono essere suddivisi in:

- Cavi BT di collegamento tra ogni inverter centralizzato e il trasformatore MT/BT di riferimento;
- Cavi BT per i circuiti di servizi ausiliari;
- Cavi MT a 20 kV per il collegamento delle PV Station alla Cabina di Sottocampo;
- Cavi MT a 20kV per il collegamento della Cabina di Sottocampo con la Cabina di raccolta e trasformazione 20/36kV;
- Cavi a 36kV per il collegamento tra le Cabine di raccolta e trasformazione 20/36kV e tra queste e la Cabina di sezionamento;
- Cavi a 36kV per il collegamento della Cabina di sezionamento con la sezione a 36 kV della Stazione Elettrica della RTN 220/36kV.

In ciascuna stringa i moduli sono collegati in serie, con i terminali positivi e negativi di ognuna di esse collegati ad un quadro elettrico di campo per il parallelo lato corrente continua (Combiner box). Per i cavi di stringa e per i cavi di collegamento delle singole stringhe con la combiner box di riferimento si ipotizza di utilizzare dei cavi di tipo solare di sezione pari a 6mm².

Le stringhe, a gruppi di 15 saranno collegate alle Combiner box. Queste saranno installate all'esterno e in posizione la più baricentrica possibile rispetto alle stringhe collegate, compatibilmente con le specificità delle singole sezioni del layout adottato. Le Combiner box, a gruppi di 13, 7, 8 o 9, saranno collegate agli inverter centralizzati di riferimento, contenuti nelle PV Station.

I cavi per il collegamento di ogni combiner box al rispettivo inverter centralizzato saranno di tipo ARG16R16 - 0,6/1kV di sezione pari a 240mm².

L'impianto fotovoltaico sarà suddiviso in 4 sottocampi facenti capo alle rispettive PV Station come da tabella seguente:

- Sottocampo A: 5 MVPS 4000, 1 MVPS 2660;
- Sottocampo B: 1 MVPS 1600;
- Sottocampo C: 3 MVPS 4000, 1 MVPS 2660;
- Sottocampo D: 1 MVPS 1000.

Ogni PV Station sarà collegata, tramite un proprio sistema di cavidotti MT interrato a 20 kV, alla rispettiva Cabina di Sottocampo. Si prevede che i cavi per realizzare i collegamenti tra ciascuna PV Station e la Cabina di sottocampo (o Cabina Sistema di accumulo) saranno di tipo ARE4H5EX 12/20kV di sezione variabile tra 95, 150 e 185mm² a seconda della potenza della PV Station.

Le Cabine di Sottocampo saranno collegate a loro volta nel seguente modo:

- Dalla Cabina di sottocampo A alla Cabina di raccolta e trasformazione "A" 20/36kV tramite un tratto di cavidotto interrato a 20kV di tipo ARE4H5EX – 12/20 kV di sezione pari a 3 x 4 x 150mm².
- Dalla Cabina di sottocampo B alla Cabina di raccolta tramite un tratto di cavidotto interrato a 20kV di tipo ARE4H5EX – 12/20 kV di sezione pari a 3 x 1 x 95mm²
- Dalla Cabina di sottocampo C alla Cabina di raccolta tramite un tratto di cavidotto interrato a 20kV di tipo ARE4H5EX – 12/20 kV di sezione pari a 3 x 2 x 185mm²

- Dalla Cabina di sottocampo D alla Cabina di raccolta tramite un tratto di cavidotto interrato a 20kV di tipo ARE4H5EX – 12/20 kV di sezione pari a 3 x 1 x 95mm²
- La cabina di raccolta sarà a sua volta collegata alla Cabina di raccolta e trasformazione “B” 20/36kV mediante un cavidotto interrato a 20kV di tipo ARE4H5EX – 12/20 kV di sezione pari a 3 x 3 x 150mm² e, alla Cabina di raccolta e trasformazione “A” 20/36kV mediante un cavidotto interrato a 20kV di tipo ARE4H5EX – 12/20 kV di sezione pari a 3 x 3 x 150mm².

La Cabina di raccolta e trasformazione “B” 20/36kV sarà collegata inoltre alla Cabina di raccolta e trasformazione “A” 20/36kV mediante un cavidotto interrato a 36kV di tipo RG16H1R12X 26/45kV di sezione pari a 3 x 2 x 95mm².

La Cabina sistema di Accumulo sarà collegata alla Cabina di raccolta e trasformazione “A” 20/36kV tramite un tratto di cavidotto interrato 36kV interrato di tipo RG16H1R12X 26/45kV di sezione pari a 3 x 1 x 185 mm².

La Cabina di raccolta e trasformazione “A” 20/36kV sarà collegata alla Cabina di Sezionamento tramite un tratto di cavidotto a 36kV interrato di tipo RG16H1R12X 26/45kV di sezione pari a 3 x 2 x 185 mm² e di lunghezza pari a circa 4 km.

Infine, la Cabina di sezionamento sarà collegata alla sezione a 36kV della nuova Stazione Elettrica “Borgo Zaffarana” della RTN 220/36kV tramite un cavidotto interrato di lunghezza pari a circa 0,5 km, di tipo RG16H1R12X 26/45kV di sezione pari a 3 x 2 x 185 mm².

Si precisa che, ad eccezione dei cavi di stringa, tutti i sistemi di cavi saranno interrati ad una profondità di almeno 1,0 m, lungo la viabilità interna all’impianto per i cavi di collegamento interni e di 1,20m lungo la viabilità esistente per il cavidotto di collegamento alla stazione elettrica della RTN.

2.1.5 PV Station

La conversione della corrente da continua in alternata sarà realizzata mediante n.12 PV Station, ciascuna delle quali composta da un inverter centralizzato, un trasformatore MT/BT di potenza, un quadro di protezione MT, un trasformatore BT/BT per l’alimentazione dei servizi ausiliari e un quadro di protezione BT dei circuiti dei servizi ausiliari. In particolare in questa fase di progettazione definitiva sono previste n.5 PV Station tipo SMA SC4000 con potenza pari a 4.0 MVA, n.2 PV Station tipo SMA SC2660 con potenza pari a 2.6MW, n.1 PV Station tipo SMA SC1600 con potenza pari a 1.6MW e n.1 PV Station tipo SMA SC1000 con potenza pari a 1MW, distribuite in modo da suddividere il campo fotovoltaico in n.4 sottocampi. Per maggiori dettagli si veda l’elaborato grafico di progetto “Schema Elettrico Unifilare”. Gli inverter contenuti nelle PV Station presentano un’efficienza massima del 98,7% (corrispondente al 98,60% di efficienza europea), con un MPPT indipendente, in grado di ridurre le perdite per mismatching delle stringhe. Il grado di protezione IP 54 è adatto per esterno e dotato di raffreddamento naturale.

L’energia derivata dalla trasformazione dell’irraggiamento solare verrà trasformata da continua in alternata mediante l’inverter, necessario a realizzare la trasformazione dell’energia prodotta da DC in AC ed eseguire, in automatico, il parallelo con la rete adeguando i propri parametri a quelli di rete, indipendentemente dalla quantità di energia prodotta e dalle condizioni meteo, per la successiva immissione nella rete elettrica.

La scelta dell'inverter per i sistemi fotovoltaici avviene in funzione del migliore compromesso raggiungibile nell'accoppiamento tra i moduli fotovoltaici ed il dispositivo di conversione della potenza da DC in AC (l'inverter appunto).

I gruppi di conversione scelti sono dotati di un insieme di componenti, quali filtri, dispositivi di sezionamento, di protezione e di controllo - che li rendono idonei per la trasformazione della potenza prodotta dal generatore fotovoltaico e successiva immissione in rete - in quanto rispondenti ai requisiti normativi e tecnici in vigore poiché permetteranno di ridurre i costi di installazione, i materiali accessori e garantiranno maggiore sicurezza grazie al monitoraggio continuo, di cui sono dotati, secondo le norme CEI di riferimento applicabili.

Nell'impianto saranno presenti tensioni aventi caratteristiche e parametri differenti, in particolare in corrispondenza dell'uscita delle varie stringhe con un valore prossimo a 1500 Vcc, quindi operante in bassa tensione (essendo 1500 Vcc il limite normativo), quindi a seguito della conversione eseguita dagli inverter, la tensione sarà pari a 600 V in corrente alternata, in funzione del tipo di PV Station considerata.

Tutti gli inverter all'interno delle PV Station sono dotati di sistema per seguire il punto di massima potenza dell'ingresso corrispondente alla/e stringhe su ciascun ingresso indipendente della curva caratteristica I-V (ovvero la funzione MPPT) e costruire l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori assimilabili migliorando al contempo l'efficienza di conversione in funzione dei dati di ingresso dovuti all'irraggiamento solare.

MV Power Station 800SC	MV Power Station 900SC	MV Power Station 1000SC
898 kW	1,010 kW	1,122 kW
1,000 V	1,000 V	1,000 V
641 V to 850 V / 583 V to 850 V	722 V to 850 V / 656 V to 850 V	688 V to 850 V / 596 V to 850 V
641 V	722 V	688 V
1,400 A	1,400 A	1,635 A
1	1	1
9	9	8
880 kVA / 832 kVA / 800 kVA	990 kVA / 936 kVA / 900 kVA	1,100 kVA / 1,000 kVA / 900 kVA
20 kV	20 kV	20 kV
6.6 to 35 kV	6.6 to 35 kV	6.6 to 35 kV
50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
● / ○	● / ○	● / ○
26 A	29 A	32 A
< 3%	< 3%	< 3%
	1 / 0.9 overexcited to 0.9 underexcited	
3 / 3	3 / 3	3 / 3
97.4%	97.4%	97.5%
97.2%	97.2%	97.2%
Motor-driven DC load-break switch		
○ (Load-break switch with HV/HVR fuses or circuit breaker)		
Surge arrester type I		
● / ○ (via Sunny Portal)		
○ / ○	○ / ○	○ / ○
○	○	○
●	●	●
I	I	I
IAC A 20 kA 1 s	IAC A 20 kA 1 s	IAC A 20 kA 1 s
6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m
< 10 t	< 10 t	< 10 t
● / ○	● / ○	● / ○
< 1,900 W² / < 100 W + 650 W	< 1,900 W² / < 100 W + 710 W	< 3,800 W² / < 200 W + 770 W
230 / 400 V (3 / N / PE), 50/60 Hz	230 / 400 V (3 / N / PE), 50/60 Hz	230 / 400 V (3 / N / PE), 50/60 Hz
IP23D, IP00	IP23D, IP00	IP23D, IP00
● / ○	● / ○	● / ○
In unprotected outdoor environments / ○	In unprotected outdoor environments / ○	In unprotected outdoor environments / ○
15% to 95%	15% to 95%	15% to 95%
● / ○	● / ○	● / ○
3,000 m³/h	3,000 m³/h	3,000 m³/h
Ring terminal lug	Ring terminal lug	Ring terminal lug
Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug
	LC graphic display	
	Ethernet (optical fiber optional) / Modbus	
	● / ○	
	RAL 7004	
	○	
	○	
	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1	
1 x SC 720 / 760 / 800CRXT	1 x SC 850 / 900CRXT	1 x SC 1000CRXT
1 x SC5 720 / 760 / 800	1 x SC5 850 / 900	1 x SC5 1000
MVPS 800SC 21	MVPS 900SC 21	MVPS 1000SC 21

MV Power Station 1600SC	MV Power Station 1800SC	MV Power Station 2000SC	
1,796 kW	2,020 kW	2,244 kW	
1,000 V	1,000 V	1,000 V	
641 V to 850 V / 583 V to 850 V	722 V to 850 V / 656 V to 850 V	688 V to 850 V / 596 V to 850 V	
641 V	722 V	688 V	
2 x 1,400 A	2 x 1,400 A	2 x 1,635 A	
2	2	2	
18	18	16	
1,760 kVA / 1,664 kVA / 1,600 kVA	1,980 kVA / 1,872 kVA / 1,800 kVA	2,200 kVA / 2,000 kVA / 1,800 kVA	
20 kV	20 kV	20 kV	
6.6 kV to 35 kV	6.6 kV to 35 kV	6.6 kV to 35 kV	
50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz	
● / ○	● / ○	● / ○	
51 A	58 A	64 A	
< 3%	< 3%	< 3%	
	1 / 0.9 overexcited to 0.9 underexcited		
3 / 3	3 / 3	3 / 3	
97.6%	97.6%	97.7%	
97.4%	97.4%	97.4%	
	Motor-driven DC load-break switch		
	○ [Load break switch with HV/HVR fuses or circuit breaker]		
	Surge arrester type I		
	● / ○ (via Sunny Portal)		
○ / ○	○ / ○	○ / ○	
○	○	○	
●	●	●	
I	I	I	
IAC A 20 kA 1 s	IAC A 20 kA 1 s	IAC A 20 kA 1 s	
6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	6.058 m / 2.591 m / 2.438 m	
< 14 t	< 14 t	< 14 t	
● / ○	● / ○	● / ○	
< 3,800 W * / < 200 W + 1,200 W	< 3,800 W * / < 200 W + 1,325 W	< 3,800 W * / < 200 W + 1,450 W	
230 / 400 V (3 / N / PE), 50/60 Hz	230 / 400 V (3 / N / PE), 50/60 Hz	230 / 400 V (3 / N / PE), 50/60 Hz	
IP23D, IP00	IP23D, IP00	IP23D, IP00	
● / ○	● / ○	● / ○	
In unprotected outdoor environments / ○	In unprotected outdoor environments / ○	In unprotected outdoor environments / ○	
15% to 95%	15% to 95%	15% to 95%	
● / ○	● / ○	● / ○	
6,000 m³/h	6,000 m³/h	6,000 m³/h	
Ring terminal lug	Ring terminal lug	Ring terminal lug	
Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug	Outer-cone angle plug	
	LC graphic display		
	Ethernet (optical fiber optional) / Modbus		
	● / ○		
	RAL 7004		
	○		
	○		
IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1	IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076, IEC 61439-1		
2 x 5C 720 / 760 / 800CRXT	2 x 5C 850 / 900CRXT	2 x 5C 1000CRXT	
2 x 5CS 720 / 760 / 800	2 x 5CS 850 / 900	2 x 5CS 1000	
MVPS 1600SC 21	MVPS 1800SC 21	MVPS 2000SC 21	

Technical data	MVPS 2660-S2	MVPS 2800-S2
Input (DC)		
Available inverters	1 x SC 2660 UP / 1 x SC5 2300 URXT	1 x SC 2800 UP / 1 x SC5 2400 URXT
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Number of DC inputs	Depending on selected inverter	
Integrated zone monitoring		
Output (AC) on the medium-voltage side		
Nominal power at SC UP (from -25°C to +35°C / 40°C; optional 50°C) ¹⁾	2667 kVA / 2400 kVA	2800 kVA / 2520 kVA
Charging power at SC5 URXT (from -25°C to +25°C / 40°C; optional 50°C) ¹⁾	2393 kVA / 2001 kVA	2513 kVA / 2101 kVA
Discharging power at SC5 URXT (from -25°C to +25°C / 40°C; optional 50°C) ¹⁾	2667 kVA / 2267 kVA	2800 kVA / 2380 kVA
Typical nominal AC voltages with a tolerance of +/-10%	10 kV to 35 kV	10 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer cooling method	KNAN ²⁾	KNAN ²⁾
Transformer standby power losses, industry standard / Eco design 1 / Eco design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer short-circuit losses, industry standard / Eco design 1 / Eco design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Max. total harmonic distortion		< 3%
Reactive power feed-in (up to max. 60% of nominal power)		> 0
Power factor at rated power / adjustable displacement power factor	1 / 0.8 overexcited	> 0.8 underexcited
Inverter efficiency		
Max. efficiency ³⁾ / Europ. efficiency ³⁾ / CEC efficiency ⁴⁾	98.7% / 98.6% / 98.5%	98.7% / 98.6% / 98.5%
Protective devices		
Inputside disconnection point		DC load-break switch
Outputside disconnection point		Medium-voltage vacuum circuit breaker
DC overvoltage protection		Surge arrester, type I
Galvanic isolation		●
Arc fault resistance medium-voltage control room (according to IEC 62271-202)		IAC A 20 kA 1 s
General data		
Dimensions (W / H / D)	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	
Weight	< 18 t	
Self-consumption (max. / partial load / average) ¹⁾	< 8.1 kW / < 1.8 kW / < 2.0 kW	
Self-consumption (stand-by) ¹⁾	< 370 W	
Ambient temperature -25°C to +45°C / -25°C to +55°C / -35°C to +55°C / -40°C to +45°C	● / ○ / ○ / ○	
Degree of protection according to IEC 60529	Control rooms IP23D, inverter electronics IP54	
Environment: standard/extreme	● / ○	
Maximum permissible value for relative humidity	95% (for 2 months/year)	
Max. operating altitude above MSL 1000 m / 2000 m	● / ○	
Inverter fresh air consumption	6500 m ³ /h	
Equipment		
DC connection	lug	
AC connection	Outer-cone angle plug	
Tap changer for MV voltage transformer: without/with	● / ○	
Shield winding for MV transformer: without/with	● / ○	
Monitoring package	○	
Station enclosure color	RAL 7004	
Transformer for external loads: without / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 60 kVA	● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○	
MV switchgear: without / 1 panel / 3 panels	● / ○ / ○	
2 cable panels with load-break switch, 1 transformer panel with circuit breaker, arc fault resistance IAC A FL 20 kA 1 s to IEC 62271-200	● / ○ / ○	
MV switchgear short-circuit current capability (20 kA 1 s / 20 kA 3 s / 25 kA 1 s)	● / ○ / ○	
Accessory for MV switchgear: without / auxiliary contacts / motor for transformer panel / cascade control / monitoring	● / ○ / ○ / ○ / ○	
Integrated oil spill containment: without/with	● / ○	
Industry standards (other industry standards: see inverter datasheet)	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN50588-1, CSC certificate	
Model type number	MVPS-2660-S2-10	MVPS-2800-S2-10

Dati tecnici	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
Ingresso (CC)		
Inverter selezionabili	1 x SC 4000 UP oppure 1 x SCS 3450 UP oppure 1 x SCS 3450 UPXT	1 x SC 4200 UP oppure 1 x SCS 3600 UP oppure 1 x SCS 3600 UPXT
Tensione di ingresso max	1500 V	1500 V
Numero ingressi CC	a seconda dell'inverter scelto	
Zone Monitoring integrato	o	
Uscita (CA) lato di media tensione		
Potenza nominale con SC UP (da -25°C a +35°C / 40°C opzionale 50°C) ¹⁾	4000 kVA / 3600 kVA	4200 kVA / 3780 kVA
Potenza nominale con SCS UP (da -25°C a +25°C / 40°C opzionale 50°C) ¹⁾	3450 kVA / 2930 kVA	3620 kVA / 3075 kVA
Potenza di carica SCS UPXT (da -25°C a +25°C / 40°C opzionale 50°C) ¹⁾	3589 kVA / 3001 kVA	3769 kVA / 3152 kVA
Potenza di scarica con SCS UPXT (da -25°C a +25°C / 40°C opzionale 50°C) ¹⁾	4000 kVA / 3400 kVA	4200 kVA / 3570 kVA
Tensioni nominali tipiche CA con una tolleranza di +/- 10 %	da 10 kV a 35 kV	da 10 kV a 35 kV
Frequenza di rete CA	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Gruppo vettoriale del trasformatore Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Tipo di raffreddamento del trasformatore	KNAN [®]	KNAN [®]
Perdite standard a vuoto del trasformatore / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Perdite standard di corto circuito / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Fattore massimo di distorsione		< 3 %
Immissione di potenza reattiva (fino a max 60% della potenza nominale)		o
Fattore di potenza a potenza nominale / Fattore di sfasamento regolabile	1 / 0,8 induttivo fino	0,8 capacitivo
Rendimento inverter		
Rendimento max ²⁾ / Europ. Rendimento ³⁾ / Rendimento CEC ⁴⁾	98,8 % / 98,6 % / 98,5 %	98,8 % / 98,7 % / 98,5 %
Dispositivi di protezione		
Dispositivo di disinserzione lato ingresso		Sezionatore di carica CC
Dispositivo di sgancio lato uscita		Interruttore a vuoto MT
Protezione contro le sovratensioni CC		Scaricatore di sovratensioni tipo I
Separazione galvanica		●
Resistenza ad archi elettrici cabina elettrica MT (secondo IEC 62271-202)		IAC A 20 kA 1 s
Dati generali		
Dimensioni (L x A x P)	6058 mm / 2896 mm / 2438 mm	
Peso	< 18 t	
Autoconsumo (max / carico parziale / medio) ⁵⁾	< 8,1 kW / < 1,8 kW / < 2,0 kW	
Autoconsumo (stand-by) ⁵⁾	< 370 W	
Temperatura ambiente da -25°C a +45°C / da -25°C a +55°C / da -35°C a +55°C / da -40°C a +45°C	● / ○ / ○ / ○	
Grado di protezione secondo IEC 60529	Cabine elettriche IP23D, elettronica inverter IP54	
Ambiente: standard / critico	● / ○	
Valore massimo ammissibile per l'umidità relativa	95% (per 2 mesi/anno)	
Altitudine operativa max. s.l.m. 1000 m / 2000 m	● / ○	
Fabbisogno d'aria fresca inverter	6500 m ³ /h	
Dotazione		
Collegamento CC	Capicorda	
Collegamento CA	Connettore angolare conico esterno	
Top changer per trasformatore di media tensione: senza / con	● / ○	
Avvolgimento di schermatura per trasformatore MT: senza / con	● / ○	
Pacchetto monitoraggio	o	
Calore involucro cabina	RAL 7004	
Trasformatore per utilizzatori esterni: senza / 10 / 20 / 30 / 40 / 50 / 60 kVA	● / ○ / ○ / ○ / ○ / ○ / ○	
Impianto di distribuzione in media tensione: senza / 1 feeder / 3 feeder	● / ○ / ○	
2 feeder con sezionatore di carica, 1 feeder trasformatore con interruttore di potenza, resistenza ad arco elettrico interna IAC A FL 20 kA 1 s secondo IEC 62271-200	● / ○ / ○	
Resistenza ai cortocircuiti impianto di distribuzione in media tensione (20 kA 1 s / 20 kA 3 s / 25 kA 1 s)	● / ○ / ○	
Accessori dei quadri di distribuzione in media tensione: senza / contatti ausiliari / motore per feeder trasformatore / collegamento a cascata / monitoraggio	● / ○ / ○ / ○ / ○	
Contentore di raccolta olio integrato: senza / con	● / ○	
Standard (per ulteriori standard si veda la scheda tecnica dell'inverter)	IEC 60076, IEC 62271-200, IEC 62271-202, EN50588-1, CSC Certificate	
Denominazione del tipo	MVPS-4000-S2-10	MVPS-4200-S2-10

Tabella 2-3 – Caratteristiche delle PV Station di progetto

La configurazione dell'inverter permette di collegare ciascuna combiner box ad un ingresso, i quali sono dotati di sezionatori "DC Switch Box" fusibile e scaricatori di sovratensione, oltre che di un filtro di protezione da armoniche, già integrati nell'inverter.

A valle del filtro, il sistema MPPT provvede a trasformare l'energia elettrica per fornire all'inverter il miglior valore della curva caratteristica I-V in conseguenza del quale il rendimento di conversione risulta essere sempre il massimo possibile, indipendentemente dal funzionamento di ciascuna stringa fotovoltaica.

Gli inverter all'interno delle PV Station saranno con uscita lato CA collegata ad un interruttore automatico BT, a valle del quale sarà installato il trasformatore BT/MT e in trasformatore BT/BT 0,4/0,6 kV per l'alimentazione dei servizi ausiliari delle PV Station. (si vedano gli elaborati di progetto "Relazione Tecnica Elettrica" e "Schema Elettrico Unifilare"). A valle dell'interruttore automatico BT, si avrà il collegamento con il trasformatore elevatore utilizzato per elevare il livello di tensione da 600V a 20kV.

2.1.6 Cabina di sottocampo, cabina di raccolta, cabine di raccolta e trasformazione 20/36kV e cabina di sezionamento

L'energia prodotta dal campo fotovoltaico in corrente continua, trasformata in corrente alternata al valore di tensione di 20kV tramite le PV Station, attraverso un sistema di cavidotti MT sarà convogliata alla Cabina di Sottocampo. In questa cabina è previsto:

- un quadro MT di protezione costituito da scomparti MT per la protezione delle linee da ciascuna PV Station, uno scomparto MT di protezione della linea MT in partenza verso la Cabina di raccolta e Trasformazione 20/36kV (Cabina di raccolta nel caso dei sottocampi B, c D), uno scomparto MT di protezione per il trasformatore dei servizi ausiliari MT e uno scomparto dedicato alla colonna misura. Gli scomparti posti a protezione delle linee in arrivo e in partenza dalla Cabina di Sottocampo saranno dotati di interruttori automatici MT asserviti a relè di protezione di massima corrente di fase (51) per le sovracorrenti di fase, relè di massima corrente omopolare (51N) per la rimozione dei guasti a terra, relè di protezione di massima corrente istantanea (50) e relè di massima corrente direzionale (67);
- un trasformatore MT/BT per l'alimentazione dei servizi ausiliari della stessa Cabina di Sottocampo , della cabina degli ausiliari e della Cabina di raccolta e trasformazione 20/36kV (per la cabina del sottocampo A) e per l'alimentazione della cabina di raccolta (per la cabina del sottocampo D), di potenza nominale pari a 50kVA e rapporto di trasformazione 20/0,4kV;
- un quadro BT di protezione dei circuiti a servizio dei circuiti ausiliari.

Per i sottocampi B, C, D è prevista una ulteriore cabina di raccolta, sita nei pressi del sottocampo D che avrà il compito di raccogliere l'energia prodotta dai detti sottocampi ed inviarla alla cabina di Raccolta e trasformazione 20/36kV nel sottocampo A. Gli allestimenti della cabina di Raccolta prevedono:

- un quadro MT di protezione costituito da scomparti MT per la protezione delle linee da ciascuna Cabina di Sottocampo, uno scomparto MT di protezione della linea MT in partenza verso la Cabina di Raccolta e Trasformazione 20/36kV, uno scomparto MT di protezione per il trasformatore dei servizi ausiliari MT e uno scomparto dedicato alla colonna misura. Gli scomparti posti a protezione delle linee in arrivo e in partenza dalla Cabina di Raccolta saranno dotati di interruttori automatici MT asserviti a relè di protezione di massima corrente di fase (51) per le sovracorrenti di fase, relè di massima corrente omopolare (51N) per la rimozione dei guasti a terra, relè di protezione di massima corrente istantanea (50) e relè di massima corrente direzionale (67);
- un quadro BT di protezione dei circuiti a servizio dei circuiti ausiliari. L'alimentazione del quadro sarà erogata dal trasformatore dei servizi ausiliari della cabina D.

L'energia raccolta dalla Cabina di Sottocampo o dalla Cabina di Raccolta, sarà convogliata tramite un sistema di cavidotti MT a 20kV alle Cabine di raccolta e trasformazione 20/36 kV. Queste cabine conterranno i trasformatori AT/MT di taglia pari a 40MVA per l'innalzamento della tensione da 20 kV a 36kV. Sono previste due cabine di raccolta e trasformazione (rispettivamente denominate A e B) che funzioneranno in parallelo. Pertanto, in caso di guasto di uno dei trasformatori, l'altra cabina può sopprimere e mantenere in funzione l'impianto nella sua interezza.

Dalla Cabina di raccolta e trasformazione 20/36kV tramite cavidotto interrato a 36kV, l'energia sarà convogliata alla Cabina di sezionamento, nei pressi della Stazione Elettrica. Questa cabina sarà costituita da:

- un quadro a 36kV di protezione in cui sarà presente lo scomparto per la protezione della linea in arrivo dalla Cabina di Trasformazione 20/36kV, uno scomparto dedicato al sistema di protezione generale e d'interfaccia (interruttore automatico asservito ai relè di protezione generale e di interfaccia), uno scomparto dedicato alla colonna misure e uno scomparto per la risalita dei cavi della linea in partenza verso la sezione a 36kV della nuova stazione elettrica 220/36kV della RTN. Il relè di protezione di interfaccia sarà dotato con le protezioni di massima tensione istantanea seconda soglia (59.S2) e in media mobile prima soglia (59.S1), minima tensione istantanea prima soglia (27.S1) e minima tensione istantanea seconda soglia (27.S2), massima frequenza prima soglia (81>.S1) e massima frequenza seconda soglia (81>.S2), minima frequenza prima soglia (81<.S1) e minima frequenza seconda soglia (81<.S2). Il relè dedicato al sistema di protezione generale sarà dotato con le protezioni di massima corrente di fase (51) per le sovracorrenti di fase, massima corrente omopolare (51N) per la rimozione dei guasti a terra e relè di massima corrente direzionale (67N);
- L'interruttore automatico asservito ai relè di protezione generale e d'interfaccia sarà a riarmo automatico e motorizzato;
- il gruppo di misura (AdM) dedicato alla misura dell'energia immessa e prelevata dalla rete.

2.1.7 Sistema di accumulo

L'impianto agrivoltaico dispone di un sistema di accumulo, localizzato nel sottocampo A che immagazzinerà l'energia prodotta dall'impianto per poi immetterla in rete quando richiesto. Il sistema di accumulo è costituito da:

- Sistemi di batterie in DC per una capacità complessiva di 40,92 MWh costituite da n. 11 moduli di capacità pari a 3,72 MWh;
- n.6 Inverter bidirezionali tipo PV Station per la carica dei sistemi di batterie con l'energia prodotta dall'impianto o assorbita dalla rete o per immettere l'energia immagazzinata nelle batterie nella RTN per una potenza massima di 20,7 MW.

Così come per le PV Station dell'impianto fotovoltaico, anche queste PV Station contengono oltre all'inverter, il trasformatore MT/BT di potenza e i quadri MT con le protezioni;

- Cabina del sistema di accumulo contenente gli scomparti MT di protezione per le linee in arrivo dalle PV Station, lo scomparto di protezione per il trasformatore MT/AT e lo scomparto di protezione per il trasformatore dei servizi ausiliari;

- Cabina di trasformazione 20/36kV per l'innalzamento della tensione da 20 a 36 kV dell'energia proveniente dal sistema di accumulo e l'immissione di questa nella cabina di raccolta e trasformazione 20/36kV A.

● Liquid Cooling Solution



EnerC
Containerized Liquid Cooling Battery System


**High level
of safety**

- LFP batteries with high thermal stability
- Protection level of IP55 to meet the requirements of outdoor applications
- Resistance up to C5 corrosion level, with 20-year reliability
- Prevention-oriented fire protection strategy, with a separate fire protection system


**Long
service life**

- Available for integration with CATL's advanced technologies (e.g. optional cell with super-long cycling up to 12,000 cycles)
- Integrated high-efficiency liquid-cooling system, with the temperature difference in the container limited to 5°C


**High
integration**

- Modular design for the 1,500V system
- Separate arrangement of electrical room and battery room for convenient maintenance
- Non-walk-in/modular design with high integration, saving the floor space by 35%
- Prefabricated installation, reducing on-site installation costs and commissioning time

Basic Parameters

Configuration	10P416S
Cell capacity [Ah]	280
Rated voltage [V]	1331.2
Rated energy [MWh]	3.72
IP Rating	IP55
Product weight [T]	35
Dimensions [L*W*H] [mm]	6058*2462*2896

Figura 2-3 Caratteristiche di un elemento del sistema di accumulo

2.1.8 Cabine ausiliari

In ciascun sottocampo è presente una cabina ausiliari, contenente il quadro bt di alimentazione delle apparecchiature di controllo e sorveglianza dei singoli sottocampi (comunicazione, SCADA, antintrusione, etc.). L'alimentazione della cabina viene prelevata da un'apposita linea del quadro dei servizi ausiliari bt delle cabine di sottocampo.

2.1.9 Protezioni

- Protezione dalle sovracorrenti e dai cortocircuiti

La protezione contro le sovracorrenti sarà assicurata secondo le prescrizioni della Norma CEI 64- 8. In particolare sarà assicurato il coordinamento tra i cavi e i dispositivi di massima corrente installati, secondo le seguenti regole:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_{cc}^2 t \leq K^2 S^2$$

Dove:

- I_b = corrente di impiego del cavo;
- I_n = corrente nominale dell'interruttore;
- I_z = portata del cavo;
- I_{cc} = corrente di cortocircuito;
- t = tempo di intervento dell'interruttore;
- K = coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del cavo;
- S = sezione del cavo.

- Protezione contro i contatti diretti

Le varie sezioni dell'impianto sono costituite da sistemi di Categoria I. Non essendo presenti circuiti a bassissima tensione di sicurezza (SELV) né a bassissima tensione di protezione (PELV), la protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento completo delle parti attive, sia per la sezione in corrente continua che per quella in corrente alternata.

- Protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata mediante:

- messa a terra delle masse e delle masse estranee;
- scelta e coordinamento dei dispositivi di interruzione automatici della corrente di guasto, in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8.
- ricerca ed eliminazione del primo guasto a terra.

In particolare, l'impianto rientra nei sistemi di tipo "TN", saranno installati interruttori differenziali tali da garantire il rispetto della seguente relazione nei tempi riportati in tabella I:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente

I_a è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I_{\Delta n}$.

U_0 tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt.

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico, lato corrente continua, è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantito dalla presenza del trasformatore BT/MT. In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa.

Per prevenire tale eventualità ogni inverter sarà munito di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.