



# COMUNE DI SANTA GIUSTA

## Provincia di Oristano



<b>2</b>	<b>PROGETTO DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA IN UNA CAVA DISMESSA ENTRO 500 mt. DALLA ZONA INDUSTRIALE</b> <b>Potenza Nominale 25,965 MWp - Potenza in immissione 25 MW</b> <b>-progetto definitivo-</b>		
	<b>RELAZIONE TECNICA IMPIANTO</b>		<b>scala</b> *****
<b>data:</b> <i>Marzo 2023</i>	<i>rev00</i>	*****	****
<b>collaboratori:</b> <i>ing. Cristian Cannaos</i> <i>ing. Giuseppe Onni</i> <i>ing. Valerio Parducci</i> <i>ing. Enzo Battaglia</i> <i>dr geolog. Marcello Miscali</i> <i>dr agr. Francesco Casu</i> <i>dr agr. Carlo Poddi</i> <i>dr archeol. Pietro Francesco Serrelli</i>	<b>committente</b> <b>MYT SARDINIA 5 S.r.l.</b> <b>Piazza Fontana, 6</b> <b>20122 Milano (MI)</b>	<b>progettisti</b> <i>ing. Carmine Falconi</i> <hr/> <i>dr agr. Francesco Saverio Mameli</i> <hr/> <i>arch. Giovanni Soru</i> <hr/>	
<b>consulenze:</b> <i>geom. Paolo Nieddu</i>			
<b>ATP: studio LAAB srl - arch. G.Soru - c.so V. Veneto, 61 - Bitti (NU) tel: 0794414406 3288287712- e-mail: drfran13@gmail.com archsoru@gmail.com</b>			

## RELAZIONE TECNICA

(legge n. 46/90 e s.m.i.; DM. n.37/08 Art.XX)

### Sommario

PREMESSA.....	3
DEFINIZIONI –TERMINOLOGIA.....	3
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	4
PROGETTO ELETTRICO.....	6
DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO.....	6
GENERATORE FOTOVOLTAICO.....	6
CARATTERISTICHE MODULI FV.....	7
CASSETTE STRINGHE E QUADRI DI PARALLELO C.C. ....	7
CABINE DI CONVERSIONE CC/CA E TRASFORMAZIONE BT/MT.....	8
CABINE DI PARALLELO MT.....	8
STAZIONE ELETTRICA UTENTE.....	8
CAVI ELETTRICI.....	8
CONTATORI DI ENERGIA.....	9
INTERFACCIA DI RETE.....	9
PROTEZIONI D’IMPIANTO.....	9
RETE DI TERRA.....	10
SISTEMI DI CONTROLLO E MONITORAGGIO.....	10
CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE.....	11
OPERE CIVILI.....	11
IMPIANTI AUSILIARI.....	11
VERIFICA TECNICO- FUNZIONALE.....	12
DOCUMENTAZIONE DI CORREDO ALL’IMPIANTO.....	12
COMPATIBILITA’ GEOTECNICA.....	13
RILIEVI PLANOALTIMETRICI.....	13
PROGETTO DI MONITORAGGIO.....	13
DATASHEET MODULO FOTOVOLTAICO.....	15
DATASHEET MV Power Station, 2500SC.....	16

## PREMESSA

Il sottoscritto ingegnere Carmine Falconi, iscritto all'ordine professionale di Cagliari è stato incaricato dalla società proponente MY SARDINYA 5 SRL SRL, con sede in Milano, piazza Fontana 5, CF. e P. IVA n. 12338510964, regolarmente iscritta alla CCIA di Milano, operante nel settore della costruzione e gestione di impianti di produzione energetica da fonti rinnovabili, di redigere il progetto preliminare-definitivo di un impianto fotovoltaico, realizzabile con pannelli montati su strutture a inseguimento mono-assiale, della potenza complessiva di 25,9 MWp (25,0 MW in immissione in c.a.), su terreni adiacenti alla zona industriale di Santa Giusta (OR).

Al fine di procedere con le operazioni di richiesta delle autorizzazioni necessarie e di realizzazione dell'impianto la suindicata società proponente, ha stipulato con i proprietari un contratto preliminare per la costituzione del diritto di superficie sui terreni interessati, che hanno una estensione complessiva di circa 72 ettari (meglio identificati nel piano particellare allegato).

I luoghi interessati sono facilmente accessibili dalla principale arteria stradale della Sardegna, la s.statale 131 "Carlo Felice" derivazione "Santa Giusta".

Nelle tavole grafiche allegate sono riportati l'indicazione delle particelle catastali e l'inquadramento urbanistico oltre alla rappresentazione su carta CTR.

L'energia elettrica prodotta, al netto di quella destinata ai consumi degli ausiliari, sarà destinata alla vendita ed immessa sulla rete nazionale di AT.

Lo scopo del presente documento è di fornire tutti gli elementi e le indicazioni utili alla descrizione dell'impianto, al fine di ottenere tutte le autorizzazioni necessarie per la sua costruzione ed esercizio.

Alcuni dati di superficie o lunghezza potranno essere modificati in fase esecutiva, senza che vi siano modifiche sostanziali dei principali parametri elettrici.

## DEFINIZIONI – TERMINOLOGIA

Si riportano qui di seguito le definizioni di alcuni termini ricorrenti nel corso del presente documento:

- **Angolo di azimut:** angolo esistente tra la normale al piano di captazione solare (modulo fotovoltaico) e il piano del meridiano terrestre che interseca il piano di captazione in un punto centrale. L'angolo è positivo per orientamenti verso Est, negativo per orientamenti verso Ovest.
- **Angolo di inclinazione:** angolo formato dal modulo fotovoltaico con l'orizzontale (piano tangente alla superficie terrestre in quel punto). L'angolo è positivo per inclinazioni rivolte verso l'equatore, negativo per inclinazioni rivolte verso il polo.
- **Blocco o sottocampo o sub-campo fotovoltaico:** una o più stringhe fotovoltaiche associate e distinte in base a determinate caratteristiche, così come può essere l'occupazione geometrica del suolo, oppure le cui stringhe sono interconnesse elettricamente per dare la potenza nominale al sistema di condizionamento della potenza (PCS).
- **Campo fotovoltaico:** l'insieme di tutti i blocchi o sottocampi che costituiscono l'impianto fotovoltaico.
- **Cella fotovoltaica:** dispositivo base allo stato solido che converte la radiazione solare direttamente in elettricità a corrente continua.
- **Condizioni Standard:** condizioni in cui l'irraggiamento della radiazione solare è pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C.

- Convertitore statico c.c./c.a.: apparecchiatura che rende possibile la conversione ed il trasferimento della potenza da una rete in corrente continua alla rete in corrente alternata. E' denominato pure invertitore statico (inverter).
- Impianto fotovoltaico connesso alla rete: sistema di produzione dell'energia elettrica costituito da un insieme di componenti ed apparecchiature destinate a convertire l'energia contenuta nella radiazione solare in energia elettrica da consegnare alla rete di distribuzione in corrente alternata monofase o trifase. I componenti fondamentali dell'impianto sono:
  - il generatore fotovoltaico vero e proprio, costituito dal campo fotovoltaico;
  - il Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS).
  - Modulo fotovoltaico: insieme di celle fotovoltaiche, connesse elettricamente e sigillate in un'unica struttura meccanica (pannello), singolarmente maneggiabile e rimpiazzabile.
  - Potenza di picco: è la potenza espressa in  $W_p$  (watt di picco), erogata nel punto di massima potenza nelle condizioni standard dal componente o sottosistema fotovoltaico.
  - Quadro di campo: o anche di parallelo stringhe, è un quadro elettrico in cui sono convogliate le terminazioni di più stringhe per il loro collegamento in parallelo. In esso vengono installati anche dispositivi di sezionamento e protezione.
  - Quadro di consegna: o anche d'interfaccia è un quadro elettrico in cui viene effettuato il collegamento elettrico del gruppo di conversione statica in parallelo alla rete elettrica in bassa tensione. Esso contiene apparecchiature per sezionamento, interruzione, protezione e misura.
  - Rete pubblica in bassa tensione (BT): rete di distribuzione dedicata alla distribuzione pubblica in corrente alternata, di tipo monofase o trifase, con tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V.
  - Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS): è costituito da un componente principale, il convertitore statico c.c./c.a. (inverter), e da un insieme di apparecchiature di comando, misura, controllo e protezione affinché l'energia venga trasferita alla rete con i necessari requisiti di qualità ed in condizioni di sicurezza sia per gli impianti che per le persone.
  - Società Elettrica: soggetto titolare della gestione ed esercizio della rete elettrica.
  - Stringa: un insieme di moduli connessi elettricamente in serie per raggiungere la tensione di utilizzo idonea per il sistema di condizionamento della potenza (PCS). I moduli a costituire la stringa possono far parte di diverse schiere.
  - Utente: persona fisica o giuridica che usufruisce del servizio dell'energia elettrica. Tale servizio è regolato da un contratto di fornitura stipulato con la Società elettrica

## **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Le principali normative e leggi di riferimento per la progettazione dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;

CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;

CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;

CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;

CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso = 16 A per fase);

CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili -Parte 1: Definizioni;

CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;

CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60099-1-2: Scaricatori;

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione per la legge n. 46/1990;

CEI 0-14: Guida per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra degli impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.

CEI 0-16 Regole Tecniche di connessione per utenti attivi e passivi alle reti di AT e MT delle Imprese Distributrici di Energia Elettrica

CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore ad 1 kV in corrente alternata

CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne

CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica  
– Linee in cavo da 1 a 45kV

CEI 11-32 Impianti di produzione di energia elettrica connessi a sistemi di III categoria

CEI 11-37 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di stabilimenti industriali e per sistemi di I, II, III categoria

CEI 11-62 Stazioni del Cliente finale allacciate a reti di III categoria

CEI 20-13: Cavi isolati in G7 con tensione nominale da 6 a 30kV

CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-38 Cavi non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici;

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 81-1: Protezione delle strutture contro i fulmini;

CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;

CEI 81-4: Valutazione del rischio dovuto al fulmine;

UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.;

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.

D.lgs 81/08 Testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro, DPR 547/1955 e L. 626/1994 per la sicurezza e la prevenzione infortuni sul lavoro

DM 37 del 22/01/2008 , DPR 462 del 22/10/01 - Impianti di terra

Del. G.R. 01/06/2011, n. 27/16, Allegati B e B1, recanti, rispettivamente, “criteri per la individuazione delle aree e dei siti non idonei per gli impianti fotovoltaici con moduli ubicati al suolo di potenza superiore a 3 kWp” e il “modello di dichiarazione del proponente e del progettista”.

Del. G.R. 23/01/2018, n. 3/25 (aggiornamento Del. G.R. 01/06/2011, n. 27/16, escluso allegati B).

Le opere relative alle installazioni saranno eseguite a regola d'arte in conformità alle Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti, anche se non espressamente richiamate nel seguito.

L'elenco normativo è riportato soltanto a titolo di promemoria non esaustivo.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicheranno le norme più recenti.

## PROGETTO ELETTRICO

L'impianto e le infrastrutture tecniche destinate alla conversione dell'energia elettrica occuperanno un fondo della superficie totale di ca. 40 ha, di cui soltanto 40 ha occupati dalla proiezione dei moduli al suolo.

Fatta eccezione per modeste opere di livellamento, l'impianto fotovoltaico non modificherà in alcun modo l'attuale struttura del terreno.

L'impianto avrà una potenza complessiva di circa 22,0 MW<sub>p</sub>, i moduli non saranno inclinati rispetto all'asse orizzontale Nord-Sud ma potranno ruotare da Est a Ovest. La produzione annua di energia elettrica prevista è di 25 TWh.

Il punto di connessione dell'impianto potrà essere agevolmente collegato "in antenna" con la stazione elettrica (SE) della RTN 220/150 kV RTN di Oristano, previo ampliamento della stessa (mediante realizzazione di apposito stallo AT), da cui dista solo pochi km

Vengono di seguito descritti i principali componenti elettrici dell'impianto.

### DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà essenzialmente costituito da:

N°1 Campo generatore fotovoltaico, a sua volta suddiviso in n° 10 sottocampi, ciascuno con 24 ingressi in c.c. cui andranno connessi i relativi quadri di parallelo stringhe .

Ogni sotto campo fa capo a una cabina MT/BT (tipo POWER STATION SMA 2500 kVA o similare) che comprende al suo interno la sezione inverter di trasformazione cc/ca e il trasformatore elevatore BT/MT.

Le 10 Power Station sono connesse a un quadro di parallelo MT, quindi connesse alla centrale di parallelo MT, nei pressi della stazione di trasformazione utente MT/AT mediante cavi MT prevalentemente interrati.

Complessivamente risultano:

N° 1 Stazione di trasformazione dell'utente MT/AT, 20kV/150kV

N° 1 quadro di protezione AT

N° 1 Cabina di controllo, protezione e misure elettriche

N. 1 Cabina di parallelo MT

N° 1 quadro ausiliari di supervisione

N° 8 Cabine MT/BT contenenti quadro MT, quadro BT e inverter (con 14 ingressi) di sottocampo, quadri di misura BT etc...

N° 196 Quadri stringhe (24x8).

oltre a:

Vie cavi e cavi elettrici di BT,MT,AT

Impianto di terra

Impianto di illuminazione

Impianto di videosorveglianza

### GENERATORE FOTOVOLTAICO

Il generatore fotovoltaico, e dell'intero campo fotovoltaico sono riassunte nella tabella seguente

numero dei sottocampi (shelter 2,50MVA)	10
---	----

numero ingressi cc inverter di sottocampo	24
numero stringhe in parallelo per ogni ingresso	8 ... 9
lunghezza della singola stringa (massima)	20 ... 22
numero totale cassette di parallelo stringhe	240
numero totale moduli FV	39.000
potenza nominale modulo FV (in W)	665
potenza del sottocampo – n. 5 da kW	2.593,5
– n. 5 da kW	2.593,5
potenza dell'intero campo FV (in kW)	25.935

Ogni stringa sarà provvista di fusibile e diodo di blocco e sarà protetta (in parallelo con le altre) contro le sovratensioni, per mezzo di scaricatori (uno per ogni polo) collegati a terra.

Fusibili, diodi di blocco e scaricatori sono dimensionati per le relative correnti e tensioni.

Il generatore FV (lato CC) è gestito come sistema IT, ovvero nessun polo è connesso a terra.

Per razionalizzare il montaggio e per minimizzare il percorso dei cavi elettrici di collegamento, i moduli saranno montati, con l'asse disposto in orizzontale, su telai metallici (pannelli) che potranno contenere 5 o 6 stringhe (da 145 o 174 moduli) in modo da formare pannelli di varie dimensioni.

I pannelli saranno posizionati sui relativi sostegni in profilati di alluminio o acciaio, fissati a strutture ad inseguimento assiale (Est-Ovest) ancorate al terreno con appositi vitoni di fondazione infissi nel terreno. Ogni inseguitore (tracker) potrà fare ruotare 96 moduli (4 stringhe) fra 55° Est e 55° Ovest.. Le strutture e gli ancoraggi saranno dimensionati per sopportare i carichi dovuti alla neve, al vento ed al sisma.

Per evitare l'ombreggiamento dei moduli le file dei pannelli saranno opportunamente distanziate.

Qualora si opti per inseguitori a due assi (anche stagionale Nord-Sud) bisognerà distanziare i moduli per fare in modo che anche il 21 dicembre (solstizio d'inverno) non vi siano ombreggiamenti indesiderati.

La superficie netta del totale dei moduli è di ca 11 Ha, la loro proiezione al suolo è pari a 10 ha.

### **CARATTERISTICHE MODULI FV**

Le principali caratteristiche dei moduli fotovoltaici, certificata a 1000 W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1,5 (quelle complete sono riportate in appendice) sono le seguenti.

Potenza Massima (P <sub>max</sub> )	655 Wp
Tensione alla Massima Potenza (V <sub>mpp</sub> )	38,1 V
Corrente alla massima potenza (I <sub>mpp</sub> )	17,46 A
Tensione a Vuoto (V <sub>oc</sub> )	45,8 V
Corrente di corto circuito (I <sub>sc</sub> )	18,48 A

Il decadimento delle prestazioni è non superiore al 10% nell'arco di 12 anni e non superiore al 20% in 25 anni.

### **CASSETTE STRINGHE E QUADRI DI PARALLELO C.C.**

Ogni stringa confluisce su cassetta di parallelo, situata nei pressi dei moduli, equipaggiata per accettare un max di 10 stringhe. Complessivamente sono previste N° 336 cassette da 20 stringhe. Le cassette stringa saranno collegate ai rispettivi quadri di parallelo situati internamente alle cabine inverter e successivamente agli inverter, per la conversione dell'energia prodotta dal campo fotovoltaico da continua in alternata.

Tutti le cassette ed i quadri e saranno certificati e marcati dal costruttore secondo quanto previsto dalle Norme CEI e saranno costituiti da un involucro con grado di protezione non inferiore a IP41, con struttura in metallo verniciato, completo di porta, pannello posteriore, montanti, telaio, base e pannelli laterali.

Cassette e quadri sono completi di accessori quali: morsetti passanti, guide DIN, dissipatori o barra di rame per montaggio diodi di blocco, isolatori, cavi di collegamento, capicorda, numeri segna-cavo, cartelli monitori e quant'altro necessario per dare l'opera finita e a perfetta regola d'arte.

Le cassette stringa sono realizzate in appositi contenitori in resina, grado di protezione IP 65, idonei per l'installazione all'aperto

### **CABINE DI CONVERSIONE CC/CA E TRASFORMAZIONE BT/MT**

Gli inverter saranno ubicati in cabinati prefabbricati da 2,50 MVA, prodotti dalla SMA (o equivalenti) che conterranno al loro interno gli inverter dedicati alla conversione, i quadri di BT, i trasformatori BT/MT da 2500 MVA, con le caratteristiche tecniche e dimensionali indicate nel foglio tecnico riportato in coda alla presente relazione

### **CABINE DI PARALLELO MT**

La cabina di parallelo avrà la funzione di ricevere attraverso un quadro sbarre l'energia elettrica MT (20 kV) proveniente dalle 10 cabine di conversione MT/BT (prefabbricati SMA 2500 MVA) e di smistarla con unico cavo verso la Stazione Utente. (vedi schema elettrico unifilare allegato)

La cabina di parallelo, in cabinato prefabbricato dalle dimensioni da definire in fase esecutiva, sarà ubicata in una posizione che ottimizzi la lunghezza complessiva dei cavidotti MT, all'interno dell'area impegnata dalla sottostazione di consegna..

### **STAZIONE ELETTRICA UTENTE**

La stazione potrà essere del tipo all'aperto, come da unificazione TERNA, (o compatta, realizzata con tecnologia GIS, mantenendo le stesse caratteristiche elettriche e disposizione circuitale).

Tenuto conto dei rendimenti e delle perdite nei circuiti elettrici interessati si stima pari a 25MVA la potenza nominale dei trasformatori di rete MT/AT (che saranno due, uno di riserva all'altro), inferiore rispetto alla potenza di picco dell'impianto.

Si ritiene opportuno non installare trasformatori di potenza pari al 100% della potenza massima in quanto la potenza dell'impianto fotovoltaico è variabile nel corso delle ore e dei giorni. In caso di guasto, con il trasformatore di riserva si potrà esercire l'impianto senza riduzione della produzione.

E' anche prevista la presenza di un trasformatore dei servizi ausiliari da 100 kVA MT/BT per alimentare le varie utenze di impianto.

### **CAVIELETTICI**

Tutti i cavi saranno in rame del tipo con isolamento non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di fumi e gas tossici (zero alogeni).

I cavi elettrici in Corrente Continua BT saranno del tipo unipolare NPE FG7M2 1500 Vcc da 6 mmq all'uscita dei moduli e da 50 mmq per il collegamento quadri di stringhe e quadri di parallelo.

I cavi dovranno essere garantiti per 25 anni.

I cavi di energia in corrente alternata MT (20 kV) saranno trifasi del tipo intrecciato 18/30 kV

I cavi di energia saranno posati nel terreno protetti da appositi tubi con pozzetti di ispezione intervallati ogni 30-40m ed in corrispondenza di ogni cambio di direzione All'interno delle cabine i cavi saranno posati in cunicoli e/o su canaline

I cavi MT di collegamento fra la sottostazione di parallelo MT e gli shelter SMA saranno di sezione pari a 3x95 mmq (distribuzione radiale) o 3x300 mmq (ad anello doppio)

### **CONTATORI DI ENERGIA**

Il sistema di misura ufficiale sarà composto da uno o più contatori statici collegati in inserzione indiretta. I cavi di collegamento saranno attestati su una o più morsettiere sigillabili, secondo prescrizioni del GSE.

Il contatore/i contatori saranno installati in quadri dedicati.

L'intero sistema di misura, conforme ai requisiti della Norma CEI 0-16, sarà completo di certificati di calibrazione e collaudo da esibire dopo l'installazione ai funzionari UTF.

Il contatore sarà predisposto per la telelettura da remoto ed il collegamento con il sistema centrale di acquisizione dell'energia sarà gestito secondo le procedure del Distributore di Rete

In ogni caso nella cabina di conversione sarà prevista una stazione di misura dell'energia che sarà utilizzata per il controllo della produzione di ogni singolo campo.

### **INTERFACCIA DI RETE**

Per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete pubblica l'impianto sarà provvisto di protezioni che realizzano la supervisione di rete e ne impediscono il funzionamento in isola elettrica, così come previsto dalla norma CEI 11-20 e dalle prescrizioni del distributore di rete

L'impianto FV sarà quindi dotato di un relè di protezione d'interfaccia (tipo Tytronics NV10P o similare) che ne provocherà il distacco dalla rete pubblica e l'arresto degli inverter qualora uno dei parametri si discosti dai valori ammessi definiti di seguito:

minima tensione (27): 0,85 V<sub>n</sub> (scatto ritardato 0,4 s);

massima tensione (59): 1,15 V<sub>n</sub> (scatto ritardato 0,2 s);

minima frequenza (81<): 47,5 Hz (scatto ritardato 4,0 s);

massima frequenza (81>): 51,5 Hz (scatto ritardato 1,0 s);

Il dispositivo di interfaccia sarà di tipo unico costituito da un interruttore che interrompe la linea trifase in uscita; all'interruttore sono asservite le protezioni sulle grandezze elettriche già menzionate secondo i valori di funzionamento indicati precedentemente.

L'utilizzo dell'apparecchiatura di protezione del dispositivo di interfaccia sono imposte dalle normative vigenti e dalle prescrizioni del gestore di rete; il loro utilizzo è pertanto indispensabile per la connessione in rete dell'impianto.

I parametri suindicati potranno essere variati sulla base delle "Condizioni generali di connessione alle reti AAT e AT" pubblicate o prescritte da TERNA.

### **PROTEZIONI D'IMPIANTO**

L'impianto è dotato delle protezioni seguenti:

contro le sovratensioni indotte di origine atmosferica;

contro il primo guasto a terra;

contro i contatti diretti ed indiretti;

contro i sovraccarichi;

contro i cortocircuiti;

contro l'effetto isola elettrica.

Sarà inoltre realizzata la connessione con la maglia di terra dell'impianto, secondo norme CEI. La protezione di tutto l'impianto FV contro i fulmini verrà analizzata in fase di progetto esecutivo, in

base ad una valutazione del numero dei fulmini che ogni anno interessa la zona per chilometro quadrato, nonché in base alle strutture presenti in zona

### **RETE DI TERRA**

L'impianto sarà dotato di rete di terra estesa a tutte le aree in cui sono ubicate strutture metalliche. Le strutture di sostegno dei moduli FV saranno collegate a terra con conduttore di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> con guaina di colore giallo-verde.

La rete disperdente sarà realizzata con elementi di ferro zincato posti ad una profondità di circa 1 m la cui estensione sarà legata a prove in situ di resistività del terreno.

L'impianto di terra sarà realizzato nel rispetto delle leggi vigenti, in particolare delle Norme CEI 11-1 e 11-37, ed alle prescrizioni del D.M. n° 37 del 22/01/08.

L'impianto di terra dovrà essere verificato e collaudato con rilascio del Certificato di Conformità da parte dell'installatore. Il certificato di collaudo dovrà riportare in dettaglio le caratteristiche e la configurazione dell'impianto stesso. Copia del collaudo sarà inviata all'Autorità Ispettiva locale.

### **SISTEMI DI CONTROLLO E MONITORAGGIO**

L'impianto sarà dotato di una cabina di monitoraggio, misura e controllo sistemata nei pressi della stazione elettrica MT/AT.

Alla cabina confluiranno i dati che verranno acquisiti da ciascuna cabina di sottocampo compreso eventuali allarmi.

I principali parametri: potenza di campo, tensione, corrente, energia prodotta, ore di funzionamento, irraggiamento, temperatura ambiente, ecc, saranno visualizzati su monitor dedicati, uno per ogni campo, in modo da avere la visione completa dello stato di funzionamento dell'impianto. In caso di valori che si discostano dalla media ed in caso di fuori servizio saranno riportati sugli schermi i relativi allarmi.

Poiché l'impianto non sarà presidiato, gli allarmi saranno trasmessi a distanza anche mediante sistemi GSM o rete internet.

Il Sistema di Acquisizione Dati (SAD) avrà la funzione di misurare, visualizzare e memorizzare le principali grandezze elettriche, nonché gli eventi caratteristici dell'impianto fotovoltaico.

Il sistema di acquisizione è costituito da un circuito a microprocessore chiamato Data Logger, in grado di eseguire l'acquisizione delle grandezze meteorologiche ed operative dell'impianto fotovoltaico.

Il Data Logger si interfaccia con un PC supervisore tramite linea seriale RS232 o linea LAN, per la visualizzazione on line dello stato dell'impianto e lo scarico dei dati storici.

Il Data Logger monitorizza, tramite linea dedicata i 24 inverter di sottocampo e le relative cassette di parallelo stringhe.

Il sistema acquisisce tramite il data logger e rende disponibili, le seguenti grandezze e stati di funzionamento:

tensione del campo fotovoltaico

corrente del campo fotovoltaico

potenza lato corrente continua

corrente di uscita

potenza attiva erogata dall'inverter

energia attiva giornaliera

energia attiva totale

tempo totale di erogazione

frequenza della rete locale

funzionamento automatico dell'inverter  
allarme temperatura  
stand by inverter  
blocco inverter  
guasto a terra  
presenza tensione sulla rete locale  
intervento protezione interfaccia rete locale  
Temperatura ambiente  
Irraggiamento

### **CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE**

L'impianto sarà connesso collegata in antenna a 150 kV alla stazione (SE) di smistamento 220/150 kV della RTN di Oristano

A tale scopo dovranno essere costruite: la nuova stazione utente (punto di consegna), ubicata nel punto di consegna indicato, e un nuovo stallo AT (ampliamento della S.E. esistente) collegate con un tratto interrato di cavo a 150 kV di nuova formazione..

La rete è potenzialmente in grado di assorbire tutta l'energia generata dalla fonte fotovoltaica.

## **OPERE CIVILI**

Per accedere al sito, per le operazioni di cantiere e per il funzionamento dell'impianto non sono necessarie opere sul sistema viario pubblico esistente, che è già ampiamente adeguato.

Le principali opere civili consisteranno pertanto in:

realizzazione della viabilità interna con strade sterrate per la viabilità indispensabile per le varie operazioni di cantiere e di manutenzione

realizzazione trincee per i cavi 20kV

trincee per la raccolta acque piovane

vasca raccolta acque piovane

realizzazione dellarecinzione

movimentazione terra per piccoli scavi vari e per appianamenti

Le cabine per gli inverter e le stazioni di conversione MT/BT saranno poggiate su basamenti delle dimensioni in pianta pari a 17,5mx3m dello spessore di 10/15 cmsu sottostante magrone e vespaio di sottofondazione Saranno pertanto necessari degli scavi specifici. Altrettanto vale per le cabine di parallelo.

La recinzione, sarà realizzata con rete zincata e plastificata a maglia romboidale alta circa 2 m ma con un franco di 10/15 cm alla base per consentire il passaggio a piccoli animali. Essa sarà sostenuta da paletti zincati e plastificati alti 3 m, che saranno infissi nel terreno per circa 50 cm. I pali saranno normalmente battuti nel terreno o sostenuti mediante la realizzazione di piccoli plinti ad hoc, prevedibilmente delle dimensioni 25x25x40 cm<sup>3</sup>.

L'utilizzo del cemento/calcestruzzo sarà limitato alla soletta su cui poggiano le cabine, il prefabbricato (edificio integrato) della stazione utente.

## **IMPIANTI AUSILIARI**

Tutta l'area occupata dal generatore fotovoltaico, ed in particolare gli accessi, la strada perimetrale interna e la recinzione, saranno illuminabili con corpi illuminanti posti ad altezza tale da non proiettare ombra sui moduli durante le ore di sole. Pertanto la loro altezza da terra sarà di circa 5 m, e saranno posti in zone immediatamente prossime alla recinzione, ad una distanza di circa 30 m l'uno dall'altro. Il comando di accensione sarà di tipo manuale o automatico settoriale in caso di allarme del sistema anti-intrusione.

L'illuminazione esterna della stazione elettrica di consegna, deve essere effettuata mediante proiettori posti su sostegni in vetroresina, adeguatamente orientabili e comandati da un interruttore il cui comando sarà concordato con le Autorità.

Gli accessi carrabili e la rete di recinzione di tutto il perimetro saranno sorvegliati con sistemi video; questi potranno essere estesi a tutta la recinzione.

Saranno installati sistemi di allarme anti-intrusione, di tipo a raggi infrarossi su tutto il perimetro dell'impianto con eventuale aggiunta di ulteriori sensori di allarme.

## VERIFICA TECNICO- FUNZIONALE

Alla fine dei lavori di realizzazione dell'impianto saranno effettuate le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

continuità elettrica e le connessioni tra moduli;

messa a terra di masse e scaricatori;

isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete)

condizione:  $P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$ , ove:

$P_{cc}$  è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore FV, con precisione +/- 2%;

$P_{nom}$  è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico;

$I$  è l'irraggiamento (in W/m<sup>2</sup>) misurato sul piano dei moduli, con precisione +/- 3%;

$I_{STC}$ , pari a 1000 W/m<sup>2</sup>, è l'irraggiamento in condizioni standard (per  $I > 600$  W/m<sup>2</sup>)

condizione:  $P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$ , ove:

$P_{ca}$  è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita dell'inverter, precisione +/- 2%;

Tale condizione deve essere verificata per  $P_{ca} > 90%$  della potenza di targa del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata.

Inoltre l'installatore dell'impianto, in possesso di tutti i requisiti previsti dalle leggi in materia, emetterà una scheda di collaudo, firmata e siglata in ogni parte, che attesti l'esito delle verifiche e la data in cui le predette sono state effettuate.

## DOCUMENTAZIONE DI CORREDO ALL'IMPIANTO

Fanno parte della presente progetto i disegni e le caratteristiche dei componenti richiamati nel testo che dovranno essere aggiornati dopo l'ultimazione dei lavori:

L'installatore alla fine dei lavori, rilascerà inoltre i seguenti documenti:

- ✓ manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi manutentivi;
- ✓ dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- ✓ dichiarazione di conformità ai sensi della legge 46/90, articolo 1, lettera a;

- ✓ certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate.
- ✓ regolamento di esercizio dell'impianto contenente anche le norme relative alla sicurezza che dovranno essere severamente osservate da tutto il personale anche esterno.

## COMPATIBILITA' GEOTECNICA

Si assevera che, sulla base dei rilievi effettuati, e tenuto conto delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni riscontrati si ritiene che il progetto di installazione dei pannelli fotovoltaici nell'area in oggetto non presenta particolari criticità.”

Verranno effettuate ulteriori prove penetrometriche per meglio caratterizzare l'area d'intervento in vista dell'impiego dei vitoni per fissare al suolo i pannelli.

## RILIEVI PLANOALTIMETRICI

Non si prevedono grandi opere di movimentazione dei terreni, i sostegno dei pannelli saranno avvitati al suolo nel suo presente profilo e non verrà realizzata nessuna costruzione.

Quindi per la conoscenza piano altimetrica di tale area è stata sufficiente la cartografia regionale in scala 1:2.000, confermata dalla CTR in scala 1:10.000.

## PROGETTO DI MONITORAGGIO

### Finalità del piano di monitoraggio

Il piano di monitoraggio, quando previsto, ha la finalità principale della verifica di conformità della costruzione e dell'esercizio dell'impianto alle condizioni prescritte nell'Autorizzazione e dalle norme.

### Responsabilità del monitoraggio

Il monitoraggio viene eseguito a cura del gestore dell'impianto, che ha in carico la responsabilità del buon funzionamento del sistema di monitoraggio, dell'acquisizione e della trasmissione all'Autorità competente dei dati necessari (se del caso) per verificare la conformità dell'impianto alle condizioni di Autorizzazione ed alle norme.

### Identificazione delle componenti ambientali interessate al monitoraggio

Le componenti ambientali aria ed acqua (superficiale e sotterranea) non sono in alcun modo influenzate dalla presenza dell'impianto fotovoltaico data l'assenza di emissioni in aria e nelle acque superficiali ed in quelle sotterranee

La componente rumore può essere meritevole di attenzione soltanto durante la fase di cantiere, ma non sicuramente durante la fase di esercizio dell'impianto

La componente ambientale suolo e sottosuolo è caratterizzata da impatti sensibilmente limitati dati gli accorgimenti tecnici adottati sia in fase di cantiere che di esercizio, per cui non sono necessari sistemi di monitoraggio.

Non esistono impatti significativi legati alla presenza di radiazioni non ionizzanti nelle fasi di costruzione e di esercizio della Centrale e della sottostazione elettrica e, inoltre, i valori di induzione magnetica attesi a seguito della costruzione della sottostazione sono rispettosi dei limiti di legge; non sono pertanto previsti interventi di monitoraggio.

Le componenti ambientali ecosistemi e salute pubblica risultano ben poco impattate dalla costruzione e dall'esercizio dell'impianto, per cui non sono necessari sistemi di monitoraggio.

In definitiva il funzionamento dell'impianto non richiede un sistema di monitoraggio ambientale: i controlli nel tempo delle Autorità competenti riguarderanno soprattutto la gestione delle misure di mitigazione, lo sfalcio dell'erba ed altri parametri che l'Autorità stessa riterrà di verificare nel tempo. L'impianto sarà comunque dotato di una cabina di monitoraggio (edificio integrato), misura e controllo sistemata nei pressi della stazione elettrica MT/AT, ma a tale cabina confluiranno i dati di funzionamento dell'impianto ed in particolare quelli che sarà opportuno trasmettere a distanza per il controllo in remoto del suo funzionamento. Alla cabina confluiranno i dati che verranno acquisiti da ciascuna cabina di sottocampo compreso eventuali allarmi.

I principali parametri: potenza di campo, tensione, corrente, energia prodotta, ore di funzionamento, irraggiamento, temperatura ambiente, ecc, saranno visualizzati su monitor dedicati, uno per ogni campo, in modo da avere la visione completa dello stato di funzionamento dell'impianto. In caso di valori che si discostano dalla media ed in caso di fuori servizio saranno riportati sugli schermi i relativi allarmi.

Poiché l'impianto non sarà presidiato, gli allarmi saranno trasmessi a distanza anche mediante sistemi GSM o rete internet.

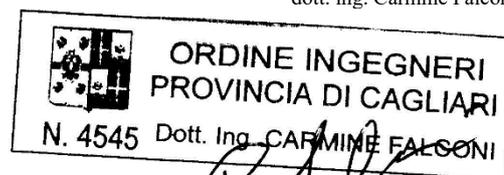
Il Sistema di Acquisizione Dati (SAD) avrà la funzione di misurare, visualizzare e memorizzare le principali grandezze elettriche, nonché gli eventi caratteristici dell'impianto fotovoltaico.

Il sistema di acquisizione è costituito da un circuito a microprocessore chiamato Data Logger, in grado di eseguire l'acquisizione delle grandezze meteorologiche ed operative dell'impianto fotovoltaico.

Il Data Logger monitorizza, gli inverter e le cassette di parallelo stringhe di ciascuna cabina di sottocampo.

Cagliari 12 Marzo 2023

il progettista.  
dott. ing. Carmine Falconi

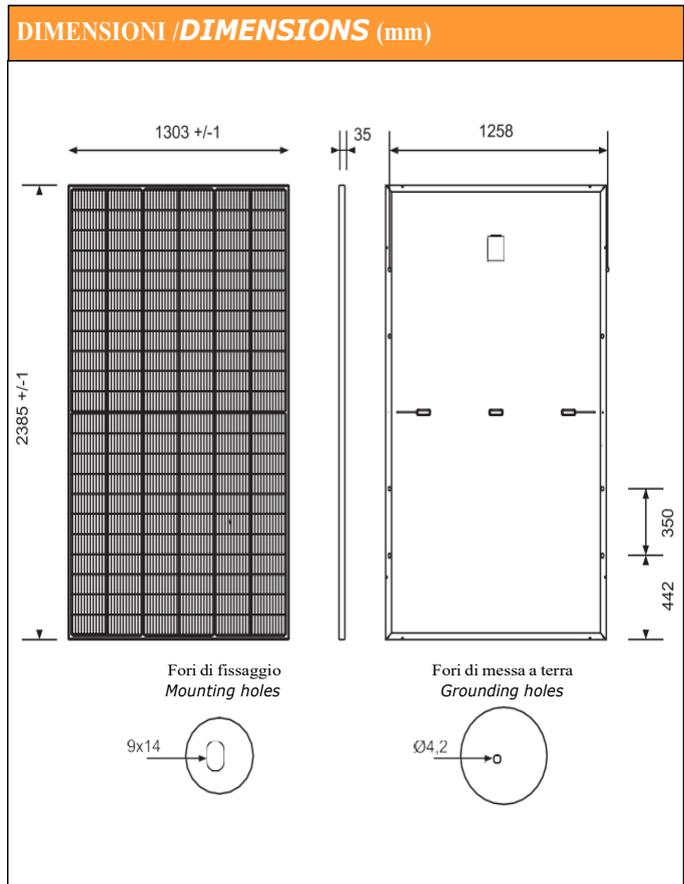


## DATASHEET MODULO FOTOVOLTAICO

DATI ELETTRICI / ELECTRICAL DATA (STC)	670M	665M	660M	655M	650M
Potenza massima Pmax (Wp) Max power Pmax (Wp)	670	665	660	655	650
Tensione alla massima potenza Vmp (V) Max power voltage Vmp (V)	38,30	38,10	37,90	37,70	37,50
Corrente alla massima potenza Imp (A) Max power current Imp (A)	17,50	17,46	17,42	17,38	17,34
Tensione di circuito aperto Voc (V) Open circuit voltage Voc (V)	46,00	45,80	45,60	45,40	45,20
Corrente di cortocircuito Isc (A) Short circuit current Isc (A)	18,51	18,48	18,44	18,39	18,35
Potenza minima garantita Pmin (Wp) Min warranted power Pmin (Wp)	670,00	665,00	660,00	655,00	650,00
Tolleranza di resa (Wp) Working tolerance (Wp)	-0 +5	-0 +5	-0 +5	-0 +5	-0 +5
Efficienza del modulo (%) Module efficiency (%)	21,56	21,40	21,23	21,08	20,92

Valori nominali in condizioni standard di prova: massa d'aria 1.5, irradiazione 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura della cella 25 °C.  
Nominal values in Standard conditions. Air mass 1.5, irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, cell temperature 25 °C.

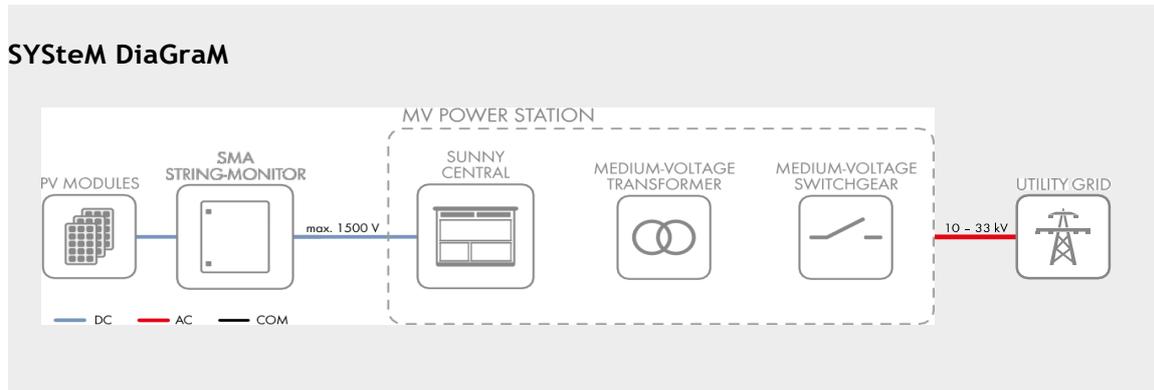
ALTRI DATI / ADDITIONAL DATA	
NOCT (°C)	45±2
Massima tensione di sistema (V) Max system voltage (V)	1500
Coefficiente di temperatura di Pmax (%/°C) Pmax temperature coefficient (%/°C)	-0,34
Coefficiente di temperatura di Voc (%/°C) Voc temperature coefficient (%/°C)	-0,26
Coefficiente di temperatura di Isc (%/°C) Isc temperature coefficient (%/°C)	0,04
Carico meccanico (Pa) Mechanical load (Pa)	5400
Protezione scatola Junction Box protection degree	IP68
Connettori Connectors	MC4 compatibili
Diodi di bypass Bypass diodes	3
Corrente inversa massima (A) Max reverse current (A)	30
Spessore del vetro (mm) Glass Thickness (mm)	3.2
Lunghezza cavi standard (mm) Standard cables length (mm)	300
Colore cornice Frame color	Argento/Silver
Peso (kg) Weight (kg)	34,5



## DATASHEET MV Power Station, 2500SC

V technical data	V MV Power Station 2500SC
<b>input (DC)</b>	
V Max. DC input voltage	V 1500 V
V MPP voltage range (at 25 °C / at 50 °C)	V 850 V to 1425 V / 1275 V
V Max. input current (at 25 °C / at 50 °C)	V 3000 A / 2700 A
V Number of DC inputs	V 24
V Integrated zone monitoring	V <input type="radio"/>
V Available DC fuse sizes (per input)	V 200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A
<b>output (aC) on the medium-voltage side</b>	
V AC- power at $\cos \varphi = 1$ (at 25 °C / at 40 °C / at 50 °C / at 55 °C) <sup>1)</sup>	V 2500 kVA / 2350 kVA / 2250 kVA / 0 kVA
V Typical AC voltages	V 10 kV to 33 kV
V AC power frequency	V 50 Hz / 60 Hz
V Transformer vector group Dy11 / YNd11	• / <input type="radio"/>
V Transformer cooling method (ONAN / KNAN) <sup>2)</sup>	• / <input type="radio"/>
V Max. output current at 20 kV	V 73 A
V Transformer no-load losses <sup>3)</sup>	V 1.76 kW
V Transformer short-circuit losses <sup>3)</sup>	V 22 kW
V Max. total harmonic distortion	V < 3%
V Reactive power feed-in	V up to 60% of AC power
V Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	V 1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited
<b>Inverter efficiency</b>	
V Max. efficiency	V 98,6%
V European efficiency	V 98,3%
V CEC weighted efficiency <sup>4)</sup>	V 98,0%
<b>Protective devices</b>	
V Input-side disconnection point	V DC load-break switch
V Output-side disconnection point	V AC circuit breaker
V DC overvoltage protection	V Type II surge arrester
V DC ground-fault monitoring / remote ground-fault monitoring	V <input type="radio"/> / <input type="radio"/>
V DC insulation monitoring	V <input type="radio"/>
V Galvanic isolation	V •
V Arc fault resistance control room (according to IEC 62271-202)	V IAC A 20 kA 1s
<b>General data</b>	
V Dimensions of the 20-foot ISO container (W / H / D) <sup>5)</sup>	V 6.058 m / 2.591 m / 2.438 m
V Weight	V < 16 t
V Operating temperature range -25 °C to +40 °C / +55 °C	• / <input type="radio"/>
V Self-consumption (max. / partial load / average) <sup>1)</sup>	V < 8100 W / < 1800 W / < 2000 W
V Self-consumption (stand-by) <sup>1)</sup>	V < 370 W
V Internal auxiliary power supply for inverter self-consumption	V 8.4 kVA transformer
V Degree of protection according to IEC 60529	V Control room IP23D, inverter electronics IP65
V Degree of protection according to IEC 60721-3-4 (4C1, 4S2 / 4C2, 4S2)	• / <input type="radio"/>
V Application / use in chemically active environment	V In unprotected outdoor environments / <input type="radio"/>
V Maximum permissible value for relative humidity	V 15 % to 95 %
V Max. operating altitude above mean sea level 1000 m / 2000 m	• / <input type="radio"/> (earlier temperature-dependent de-rating)
V Fresh air consumption (inverter)	V 6500 m <sup>3</sup> /h
<b>Features</b>	
V DC connection	V Terminal lug
V AC connection, MV side	V Outer-cone angle plug

V Display	○ HMI touch display(10.1")
V Communication	V Ethernet, Modbus
V Station enclosure color	V RAL 7004
V Transformer for external loads 10 kVA / 20 kVA / 30 kVA	V ○
V Medium-voltage switchgear, three feeders	V ○
V Oil containment	V ○
V Standards (for other standards see the inverter datasheet)	V CSC certificate, EN 50588-1, IEC 62271-202, IEC 62271-200, IEC 60076
V	V
● Standard features ○ Optional features — Not available	V
V	V
V	V
V Type designation	V MVPS 2500SC-EV-10



il progettista.

dott. ing. Carmine Falconi

