



**COMUNE DI POMARICO**  
**PROVINCIA DI MATERA**  
**REGIONE BASILICATA**

**PROGETTO DEFINITIVO DI UN IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO**  
**DI POTENZA DI PICCO P=19'998,00 kWp**  
**E POTENZA IN IMMISSIONE P=16'899,86 kW**

*Proponente*

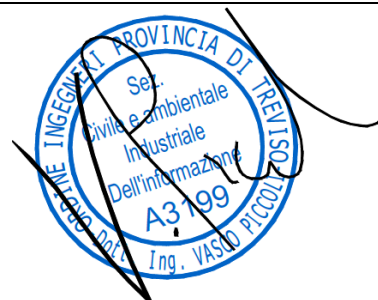
**Solar Energy Dodici Srl**

VIA SEBASTIAN ALTMANN n. 9 – 39100 BOLZANO (BZ)

PEC: [solarenergycodici.srl@legalmail.it](mailto:solarenergycodici.srl@legalmail.it)

n°REA: BZ-228479 – C.F.: 03058780218

*Progettazione*



*Preparato*  
**Andrea Guaiti**

*Verificato*  
**Gianandrea Ing. Bertinazzo**

*Approvato*  
**Vasco Ing. Piccoli**

**PROGETTAZIONE DEFINITIVA**

*Titolo elaborato*

**IMPIANTO AGRI-FOTOVOLTAICO**  
**DISCIPLINARE TECNICO IMPIANTO FV**

*Elaborato N.*

**A.14**

*Data emissione*

25/03/22

*Nome file*

DISCIPLINARE TECNICO

*N. Progetto*  
**SOLO15**

*Pagina*  
COVER

00  
REV.

25/03/22  
DATA

PRIMA EMISSIONE  
DESCRIZIONE

## Sommario

1	Premessa .....	3
1.1	Inquadramento Generale .....	3
2	Apparecchiature Corrente Continua .....	4
2.1	Moduli Fotovoltaici.....	4
2.2	Strutture di Sostegno.....	6
2.2.1	Inseguitori mono-assiali.....	6
2.2.2	Strutture ad inclinazione fissa .....	9
2.3	Inverter .....	10
3	Apparecchiature Corrente Alternata – Bassa e Media Tensione .....	12
3.1	Cabina di trasformazione (skid).....	12
3.1.1	Trasformatore.....	13
3.1.2	Quadro BT.....	14
3.1.3	Quadro MT.....	14
3.1.4	Servizi ausiliari .....	15
3.2	Cabina di smistamento MT.....	15
	Appendice 1 – Moduli FV.....	17
	Appendice 2 – Struttura di Fissaggio Moduli.....	19
	Appendice 3 – Inverter .....	23
	Appendice 4 – Cabina di trasformazione.....	25

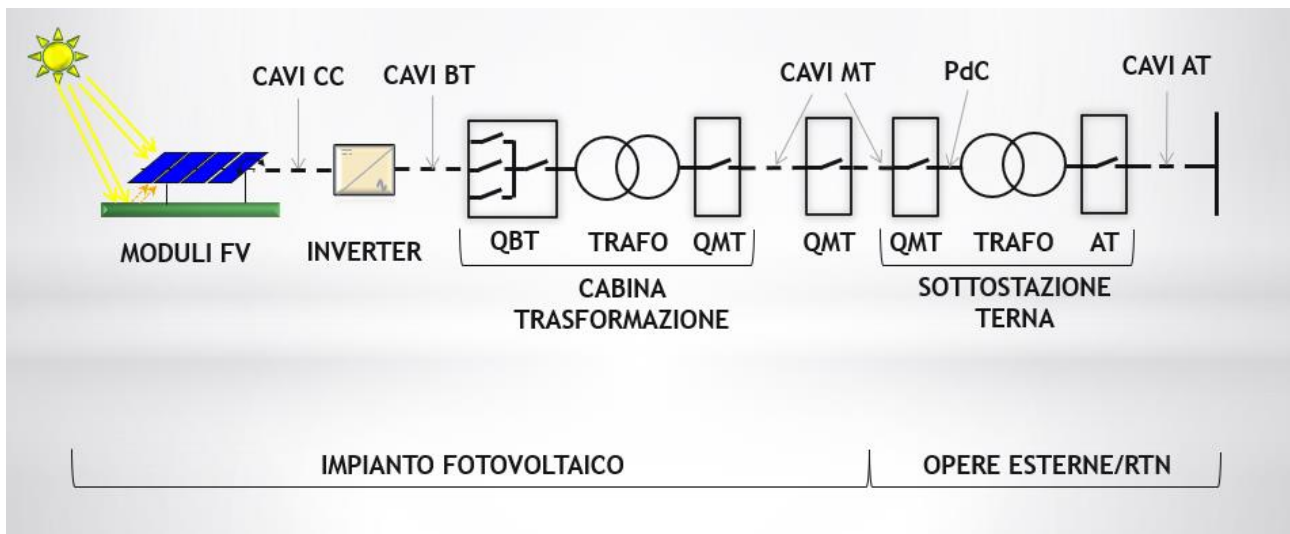
00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## 1 Premessa

La presente relazione la funzione di disciplinare tecnico descrittivo e prestazionale ha lo scopo descrivere tecnicamente i componenti dell'impianto di generazione di energia elettrica da fonte fotovoltaica combinato con attività di coltivazione agricola da ubicarsi nel Comune di Pomarico (MT), di potenza nominale complessiva pari a 19'998,00 kWp e di potenza di immissione in rete pari a 16'899,86 kW.

### 1.1 Inquadramento Generale

L'impianto FV ha la capacità di generare energia elettrica dai moduli FV: ogni singolo modulo FV trasforma l'irraggiamento solare in energia elettrica, generata in forma di corrente continua. I moduli FV sono posizionati su strutture dedicate (strutture FV), che sono in grado di massimizzare l'irraggiamento dal quale è investito il pannello lungo l'arco dell'intera giornata, e collegati elettricamente in serie a formare una "stringa" di moduli.



L'energia prodotta dai moduli FV è raggruppata tramite collegamenti in cavo CC e successivamente immessa negli inverter di stringa, che sono in grado di trasformare l'energia elettrica da corrente continua (CC) a corrente alternata (CA) in bassa tensione (BT). L'energia disponibile in corrente alternata BT verrà quindi trasformata dai trasformatori in media tensione (MT).

L'energia disponibile in corrente alternata MT verrà portata alla cabina di smistamento generale, tramite collegamenti (cavi MT), dove verrà raggruppata e resa disponibile alla linea MT di trasmissione tra il campo FV e la Sottostazione AT/MT di Terna, presso la quale è ubicato il Punto di Connessione (PdC) alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN).

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## 2 Apparecchiature Corrente Continua

Le apparecchiature riconducibili alla sezione Corrente Continua sono: Moduli Fotovoltaici; Strutture di Sostegno; Inverter.

### 2.1 Moduli Fotovoltaici

I moduli fotovoltaici utilizzati per tutto l'impianto sono 30'300.

I moduli fotovoltaici selezionati per il dimensionamento dell'impianto e per la redazione del presente progetto sono realizzati dal produttore Risen, serie Titan e modello RSM132-8-660BMDG, e presentano una potenza nominale a STC<sup>1</sup> pari a 660 Wp.

Ciascun modulo è composto da 132 celle FV realizzate in silicio mono-cristallino ad elevata efficienza, vetro frontale temprato ad elevata trasparenza e dotato di rivestimento anti-riflesso, backsheet posteriore polimerico trasparente e cornice in alluminio, per una dimensione complessiva pari a 2'384 x 1'303 x 35 mm ed un peso pari a 40 kg.

Tali moduli fotovoltaici presentano caratteristiche tecniche innovative, di cui si riportano le principali:

- Parte dei moduli previsti per il presente progetto (ovvero i soli moduli installati su tracker mono-assiali) sono costituiti da celle FV in Silicio mono-cristallino con tecnologia bifacciale: le celle fotovoltaiche realizzate tramite questa innovativa tecnologia costruttiva sono in grado di convertire in energia elettrica la radiazione incidente sul lato posteriore del modulo FV. L'incremento di energia generata rispetto ad un analogo modulo tradizionale/mono-facciale è dipendente da molti fattori, primo fra tutti l'albedo<sup>2</sup> del terreno, e può raggiungere fino a +25% in casi particolarmente favorevoli;
- Layout costruttivo con "mezze-celle": ciascun modulo sarà costituito da 132 "mezze celle FV", collegate elettricamente tra loro. La divisione in due di ciascuna cella FV consente di ridurre la corrente foto-generata da ciascuna di esse, comportando una diminuzione delle perdite resistive (direttamente proporzionali all'entità della corrente stessa) e conseguentemente un incremento di efficienza della cella stessa;
- Collegamento elettrico delle celle FV tramite tecnologia "multi-busbar" in grado di ridurre ulteriormente le perdite resistive, minimizzando l'entità della corrente trasportata dalla singola busbar;
- Collegamento elettrico delle celle tramite ribbon di forma cilindrica, anziché la consueta sezione rettangolare, la quale consente di ridurre le perdite ottiche e di minimizzare la resistenza elettrica.

Questi ed altri accorgimenti consentono di raggiungere un elevato valore di efficienza di conversione della radiazione solare in energia elettrica, pari a 21.2% per il modulo FV previsto nel presente impianto.

<sup>1</sup> STC - Standard Test Conditions: irraggiamento solare 1000 W/m<sup>2</sup>, temperatura modulo FV 25°C, Air Mass 1,5

<sup>2</sup> Rappresenta la frazione di radiazione solare incidente su una superficie che è riflessa in tutte le direzioni. Essa indica dunque il potere riflettente di una superficie.

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

In Tabella 1 vengono riportate le principali caratteristiche elettriche del modulo FV considerato.

Tabella 1 - Caratteristiche tecniche dei moduli fotovoltaici

<b>Modello modulo FV</b>	<b>RSM132-8-660BMDG</b>	
	<b>STC</b>	<b>NMOT</b>
<b>Potenza massima [Wp]</b>	660	500
<b>Tensione alla massima potenza – Vmpp [V]</b>	38.23	35.48
<b>Corrente alla massima potenza – Impp [A]</b>	17.27	14.09
<b>Tensione di circuito aperto – Voc [V]</b>	45.89	42.68
<b>Corrente di corto circuito – Isc [A]</b>	18.28	14.99
<b>Efficienza nominale a STC [%]</b>	21.20%	
<b>Temperatura di funzionamento [°C]</b>	-40 – +85	
<b>Tensione massima di sistema [V]</b>	1500 (IEC)	
<b>Corrente massima fusibili [A]</b>	35	
<b>Coefficiente di temperatura - Pmax</b>	-0.34%/°C	
<b>Coefficiente di temperatura - Voc</b>	-0.25%/°C	
<b>Coefficiente di temperatura - Isc</b>	0.040%/°C	

Si prevede di realizzare stringhe costituite da 30 moduli FV collegati elettricamente in serie. Le stringhe saranno direttamente attestate alla sezione di input degli inverter di stringa, tramite connettori MC4 o similari.

Si ritiene opportuno sottolineare come la scelta definitiva del produttore/modello del modulo fotovoltaico da installare sarà effettuata in fase di progettazione costruttiva in seguito all'esito positivo della procedura autorizzativa, sulla base delle attuali condizioni di mercato nonché delle effettive disponibilità di moduli FV da parte dei produttori.

Le caratteristiche saranno comunque simili e comparabili a quelle del modulo FV precedentemente descritto, in termini di tecnologia costruttiva, dimensioni e caratteristiche elettriche e non sarà superata la potenza di picco totale dell'impianto (kWp).

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## 2.2 Strutture di Sostegno

Le strutture di sostegno utilizzate sono:

N° strutture tracker mono-assiali	375 inseguitori: 11'250 moduli FV
N° strutture ad inclinazione fissa	635 strutture: 19'050 moduli FV

### 2.2.1 Inseguitori mono-assiali

Per il presente progetto si prevede l'impiego di strutture di sostegno ad inseguimento mono-assiale, nello specifico si prevede l'installazione di 375 strutture. Si prevedono le seguenti tipologie di strutture:

N° strutture tracker mono-assiali	375 strutture 1Px30 (per un totale pari a 11'250 moduli FV)
-----------------------------------	---

Le strutture ad inseguimento mono-assiale (tracker) consentono la rotazione dei moduli stessi attorno ad un singolo asse, orizzontale ed orientato Nord-Sud, in maniera tale da variare il proprio angolo di inclinazione fino ad un limite massimo di  $\pm 55^\circ$  ed "inseguire" la posizione del Sole nel corso di ogni giornata. L'inseguimento solare Est/Ovest consente di mantenere i moduli FV il più possibile perpendicolari ai raggi solari, massimizzando la superficie utile esposta al sole e di conseguenza la radiazione solare captata dai moduli stessi per essere convertita in energia elettrica. Il guadagno in termini di produzione energetica, rispetto ai tradizionali impianti FV realizzati con strutture ad inclinazione fissa, è stimabile nel range  $+10 \div +20 \%$ .

Nello specifico, per il presente progetto sono stati considerati i tracker mono-assiali realizzati dal produttore italiano **ConvertItalia** modello **TRJ**, in configurazione 1P, ovvero singola fila di moduli posizionati verticalmente.



Figura 1 - immagine esemplificativa di inseguitori mono-assiali in configurazione 1P (fonte: ConvertItalia)

Tutti gli elementi di cui è composto il tracker (pali di sostegno, travi orizzontali, giunti di rotazione, elementi di supporto e fissaggio dei moduli, ecc.) saranno realizzati in acciaio al carbonio galvanizzato a caldo.

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Tali strutture di sostegno vengono infisse nel terreno mediante battitura dei pali montanti, o in alternativa tramite avvvitamento, per una profondità non superiore a 2 m. Non è quindi prevista la realizzazione di fondazioni in cemento o altri materiali. Tale scelta progettuale consente quindi di minimizzare l'impatto sul suolo e l'alterazione dei terreni stessi, agevolandone la rimozione alla fine della vita utile dell'impianto.

L'altezza dei pali di sostegno è stata determinata in maniera tale che la distanza tra il bordo inferiore dei moduli FV ed il piano di campagna sia non inferiore a 2,50 m (alla massima inclinazione dei moduli). Ciò comporta che la massima altezza raggiungibile dai moduli FV sia pari a 4.45 m, sempre alla massima inclinazione.

Tabella 2 - Caratteristiche tecniche degli inseguitori mono-assiali

<b>Tipologia di sistema ad inseguimento</b>	Singolo asse orizzontale con backtracking
<b>Asse di rotazione</b>	Nord-Sud
<b>Angolo di rotazione</b>	±55°
<b>Configurazione</b>	30 moduli FV in configurazione 1xPortrait
<b>Dimensioni</b>	40,34 x 2,38 x 4,45 (altezza massima dal suolo)
<b>Tipologia fondazioni</b>	pali infissi nel terreno
<b>Superficie moduli FV</b>	96 m <sup>2</sup>
<b>Alimentazione elettrica</b>	400/230V-50Hz
<b>Grado di protezione</b>	IP 55
<b>Temperatura di funzionamento</b>	-10°C ÷ +50°C
<b>Altitudine massima</b>	2000 m a.s.l.
<b>Inclinazione massima del terreno</b>	≤15° Nord-Sud, illimitata Est/Ovest

La movimentazione dei sistemi ad inseguimento solare è effettuata da motori elettrici alimentati in corrente alternata, uno per ciascun tracker, e controllati da apposite schede di controllo, una ogni 10 tracker. L'algoritmo di movimentazione è basato su un calendario astronomico ed è dotato della tecnologia "backtracking". Tale tecnologia consiste nel controllo e verifica che ogni fila di moduli FV non crei ombreggiamento a quella successiva. Quando l'altezza del sole rispetto all'orizzonte si riduce, in particolare durante le prime/ultime ore della giornata, il mutuo ombreggiamento tra i filari di moduli potrebbe ridurre sensibilmente l'output energetico. Il sistema ad inseguimento è in grado di far ruotare i moduli FV nel senso opposto rispetto all'andamento del sole, riducendo la superficie esposta al sole ma nel contempo evitando il rischio che si verifichino mutui ombreggiamenti.

La distanza tra gli inseguitori (solitamente denominata *pitch*) per il presente progetto è pari a 6m, al fine di ottimizzare la produzione energetica a parità di consumo di suolo da una parte, e dall'altra di consentire il passaggio dei mezzi necessari per le operazioni di manutenzione e pulizia moduli.

Le schede di controllo effettueranno il monitoraggio dei principali parametri operativi degli inseguitori, in primis posizione e velocità del vento, al fine di verificarne il corretto funzionamento e di posizionarli automaticamente in posizione di sicurezza in caso di velocità del vento particolarmente elevate per evitare eventuali danni alle strutture.

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



Sarà infine possibile posizionare in maniera automatica gli inseguitori ad una inclinazione idonea per consentirne l'ispezione ai fini di manutenzione nonché per effettuare il lavaggio periodico dei moduli fotovoltaici.

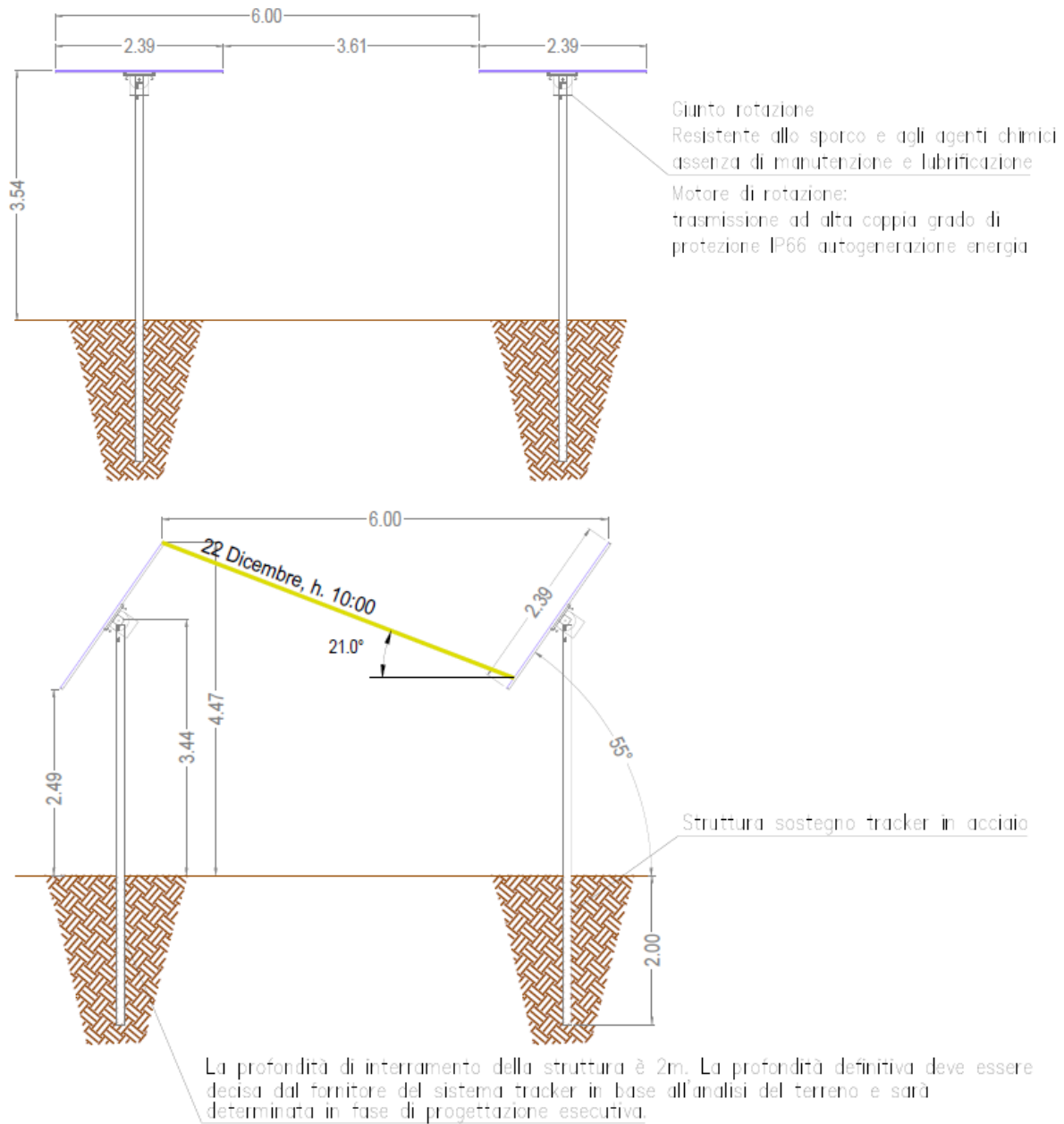


Figura 2 - Inseguitori mono-assiali: modalità di installazione e principali quotature

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



### 2.2.2 Strutture ad inclinazione fissa

La restante parte dei moduli FV saranno installati su strutture di sostegno fisse, con inclinazione 20° ed orientazione verso Sud (ovvero angolo di azimuth pari a 0°).

I moduli FV saranno posizionati con configurazione a due file ed orientazione "portrait", al fine di contenere l'altezza dal suolo delle strutture (altezza massima dal suolo pari a **2.25m**) e minimizzare la visibilità dell'impianto.

La distanza di interasse tra le varie strutture (pitch) è pari a 7,5 metri, leggermente variabile in funzione dell'orografia del terreno al fine di minimizzare gli ombreggiamenti reciproci.

Le strutture sono costituite da elementi d'acciaio zincato a caldo e saranno ancorate al terreno tramite l'infissione nel terreno, mediante l'impiego di macchine battipalo, di pali in acciaio zincato.

La profondità di infissione definitiva, compresa indicativamente tra 1 ed 1.5m, è variabile in funzione della tipologia di terreno sottostante e calcolata per ciascuna specifica zona dell'impianto fotovoltaico.

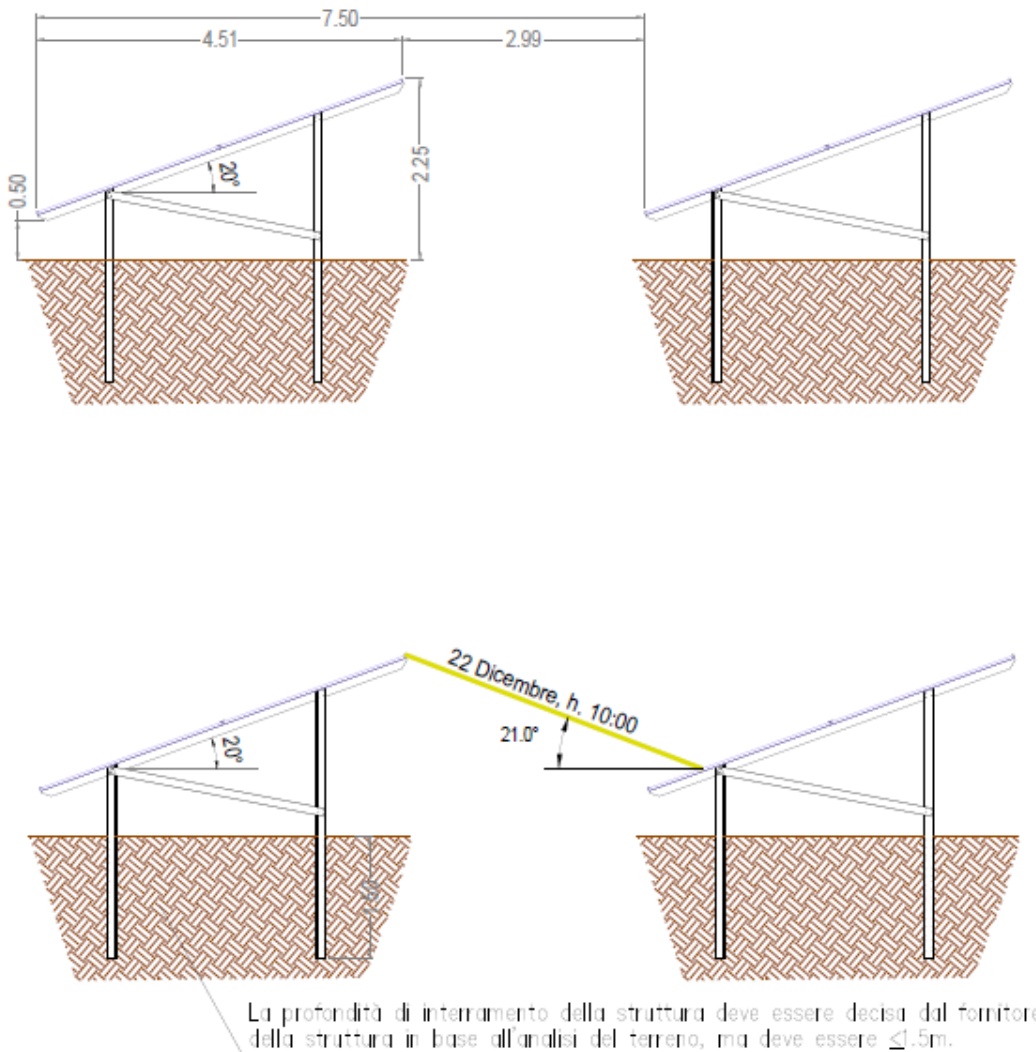


Figura 3 - Vista laterale strutture ad inclinazione fissa

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 2.3 Inverter

Gli inverter centralizzati utilizzati per tutto l'impianto sono 96, costruttore *Huawei* modello *SUN2000-215KTL-H3*, capaci di convertire energia da corrente continua a corrente alternata. Di seguito è illustrata l'immagine dell'inverter come da brochure riportata in appendice al presente documento.



Figura 4 - Inverter di stringa Huawei Sun2000

I valori della tensione e della corrente di ingresso di questo inverter sono compatibili con quelli delle stringhe di moduli FV ad esso afferenti, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita (800V – 50 Hz) sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Lato DC – gli inverter avranno in ingresso i cavi DC provenienti dalle stringhe; ogni inverter è in grado di ricevere fino a 14 input per una corrente massima DC pari a 300A; l'inverter selezionato presenta 3 MPPT.

Lato AC – l'inverter avrà l'uscita verso il trasformatore MT/BT e ad esso direttamente collegata opportunamente protetta tramite interruttore automatico.

Gli inverter, aventi grado di protezione IP 66, saranno installati direttamente in campo in prossimità delle stringhe ad essi afferenti. Ciascun inverter sarà installato rivolto in direzione Nord e protetto da apposito chiosco, in maniera tale da proteggerlo dall'esposizione diretta ai raggi solari e dalle intemperie e di agevolare le operazioni di manutenzione.

Ciascun inverter è in grado di monitorare, registrare e trasmettere automaticamente i principali parametri elettrici in corrente continua ed in corrente alternata. L'inverter selezionato è conforme alla norma CEI 0-16.

Nella tabella della pagina successiva si riportano le principali caratteristiche tecniche dell'inverter selezionato.

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.6%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	3
Max. Current per MPPT	100A/100A/100A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ... 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (191.8 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

Tabella 3 – Inverter: principali caratteristiche tecniche

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3 Apparecchiature Corrente Alternata – Bassa e Media Tensione

La configurazione Lato Corrente Alternata dell’impianto prevedere essenzialmente:

- nr. 96 inverter che ricevono una potenza una potenza nominale DC pari a 19'998,00 kWp (@STC) e la convertono in AC una potenza pari a 16'899,86 kVA;
- nr. 6 trasformatori MT/BT per una potenza complessiva nominale pari a 19'200,0 kVA;
- nr. 1 cabina di SE Utente Produttore per la raccolta di tutte le linee MT di distribuzione di campo;

#### 3.1 Cabina di trasformazione (skid)

Le cabine di trasformazione utilizzate per tutto l’impianto sono realizzate in soluzione containerizzata, principalmente costituite da:

- Nr. 2 Quadri di bassa tensione (QPCA);
- Nr. 1 Trasformatore BT/MT;
- Nr.1 Quadro di media tensione;
- Nr. 1 Quadro BT: quadro ausiliari, UPS.

Lo scopo di dette cabine è di ricevere la potenza elettrica in corrente alternata (@800V, 50Hz) proveniente dagli inverter di stringa ubicati in campo e innalzarne il livello di tensione da bassa a media tensione (da 800 a 36'000V), collegarsi alla rete di distribuzione MT del campo FV.

Di seguito è illustrata un estratto dell’elaborato “*Particolare Cabine Elettriche*”:

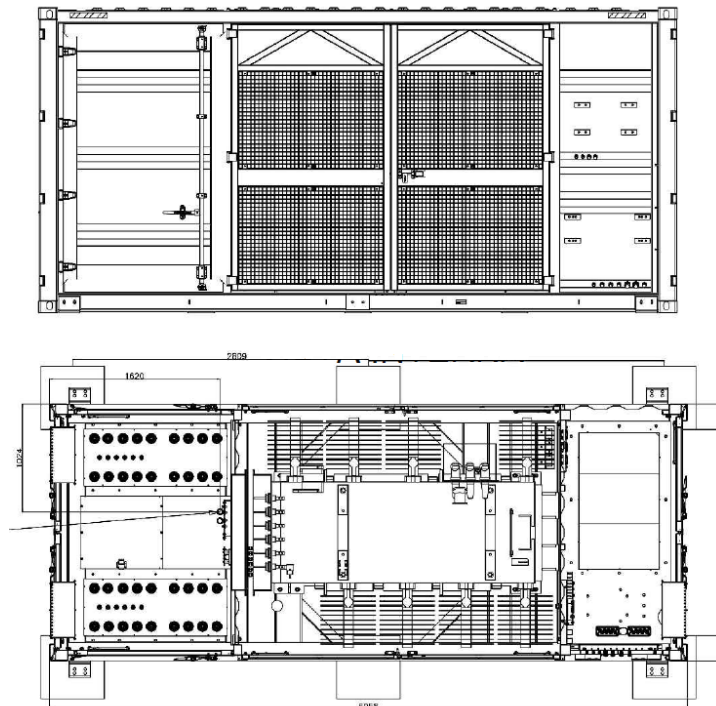


Figura 5 - Layout preliminare cabina di trasformazione BT/MT

La cabina è costituita da elementi prefabbricati di tipo containerizzato (container marino Hi-Cube da 20'' con dimensioni approssimative pari a 6,06 x 2,44 x 2,9 m – peso pari a circa 20 t), realizzati in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP33.

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Le cabine saranno situate in posizione baricentrica rispetto agli inverter di stringa ad essa afferenti, al fine di minimizzare la lunghezza dei cavidotti in bassa tensione e posate su apposite fondazioni in calcestruzzo tali da garantirne la stabilità, e nelle quali saranno predisposti gli opportuni cavedi e tubazione per il passaggio dei cavi di potenza e segnale, nonché la vasca di raccolta dell'olio del trasformatore.

### 3.1.1 Trasformatore

All'interno di ciascuna cabina sarà ubicato un trasformatore elevatore MT/BT, raffreddato ad olio, sigillato ermeticamente ed installato su apposita vasca di raccolta olio.

Ogni trasformatore è essenzialmente definito da potenza nominale ed un rapporto di trasformazione pari tensione primaria / tensione secondaria. Le principali caratteristiche della macchina selezionata sono riportate di seguito.

Tabella 4 - Trasformatore BT/MT: principali caratteristiche tecniche

<b>Caratteristiche costruttive</b>	Ermetico - KNAN Natural Oil (FR3)
<b>Potenza</b>	3'200 kVA
<b>Gruppo vettoriale</b>	Dy11y11
<b>Tensione primario - <math>V_1</math></b>	36'000 V
<b>Tensione secondario - <math>V_2</math></b>	800 V
<b>Frequenza nominale</b>	50 Hz
<b><math>V_{cc}</math></b>	6%
<b>Perdite nel ferro</b>	$\leq 0,15\%$
<b>Perdite nel rame</b>	$\leq 0,8\%$
<b>Dimensioni</b>	2,4 x 1,5 x 2,5 [m]
<b>Peso – con olio</b>	~ 7 t
<b>Peso – senza olio</b>	~ 5,35 t

L'olio utilizzato come isolante all'interno del trasformatore è del tipo naturale FR3, quindi caratterizzato da un minor impatto ambientale rispetto al più "tradizionale" olio minerale in quanto realizzato interamente con oli vegetali biodegradabili e con punto di fuoco molto più alto. Sono previsti non più di 1'850 litri di olio per ogni macchina.

In accordo con le Normative di riferimento, ed in particolare la IEC 60076-1/2/3, la potenza di un trasformatore è definita ad una temperatura ambiente di riferimento pari a 40°C; essendo una macchina passiva, il limite di potenza è definito in funzione di un surriscaldamento dei componenti e della relativa vita utile del componente con classe termica inferiore. Dato che la temperatura raggiunta dal singolo componente è in funzione sia della temperatura ambiente che della potenza passante:

- per  $T_{amb} < 40^\circ\text{C}$ , la potenza sopportata dal trasformatore sarà superiore alla potenza nominale;
- per  $T_{amb} > 40^\circ\text{C}$ , la potenza sopportata dal trasformatore sarà inferiore alla potenza nominale.

Nel verificare il coordinamento inverter-trasformatore saranno considerati solo i due punti a temperatura ambiente 25 e 50°C.

In particolare il costruttore è tenuto a condividere la curva potenza in funzione della temperatura ambiente: durante la progettazione esecutiva sarà necessario verificare il completo coordinamento inverter-trasformatore MT/BT lungo tutti i range possibili di temperatura ambiente.

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Il trasformatore è corredato dei relativi dispositivi di protezione elettromeccanica, quali sensori di temperatura, relè Buchholtz., ecc; nella figura sottostante è riportata un'immagine esemplificativa della tipologia di trasformatore installato presso ciascuna cabina.



Figura 6 - Trasformatore BT/MT in olio

### 3.1.2 Quadro BT

Nella sezione in bassa tensione di ciascuna cabina di trasformazione saranno ubicati due quadri di parallelo (QPCA - 1000V – 1600A – 20kA) per la connessione in parallelo degli inverter di stringa. Ciascun QPCA sarà in grado di ricevere in ingresso otto (8) inverter e sarà dotato di:

- interruttore di tipo scatolato (3Px1600A), motorizzato con funzione di protezione da sovracorrenti e sezionamento;
- Misuratore dell'energia generata;
- Scaricatore (classe 1+2) per protezione da sovratensioni;
- Relè di controllo della resistenza di isolamento (il sistema di distribuzione è IT);
- Dispositivo di generatore FV: n°8 interruttori manuali (3Px250A), ovvero un interruttore per ciascun inverter.

L'uscita dal QPCA sarà quindi collegata al circuito secondario del trasformatore BT/MT.

### 3.1.3 Quadro MT

Il quadro di media tensione (QMT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

40,5kV-16kA-630A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l'Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto da tre unità:

- nr. 2 per l'attestazione dei cavi di MT sia lato rete che lato campo;
- nr.1 per la protezione trasformatore MT/BT, con un relè di protezione dedicato per le protezioni:
  - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
  - massima corrente omopolare per la rimozione dei guasti monofase a terra (51N).

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

### 3.1.4 Servizi ausiliari

La sezione ausiliari sarà costituita da due quadri in bassa tensione contenenti:

- Quadro di alimentazione sezione ausiliari;
- Trasformatori BT/BT (isolato in resina) di potenza nominale pari a 50 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari;
- Un quadro di distribuzione secondaria per l'alimentazione dei carichi della cabina di trasformazione, suddivisi in
  - Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
  - Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali.
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 2h@ 200 VA).

### 3.2 Cabina di smistamento MT

Lungo il confine dell'impianto fotovoltaico sarà ubicata una cabina di smistamento in media tensione, esercita a 36kV-50Hz, avente lo scopo principale di veicolare la produzione energetica proveniente dalle cabine di trasformazione ubicate nel campo FV verso la stazione elettrica di trasformazione MT/AT, tramite un cavidotto interrato in media tensione.

La cabina sarà costituita da elementi prefabbricati di tipo containerizzato (container marino Hi-Cube da 40'' con dimensioni pari a 12,2x2,44x2,9 m; peso indicativo di 12 t), realizzati in acciaio galvanizzato a caldo e costruiti per garantire un grado di protezione dagli agenti atmosferici esterni pari a IP33. Essendo la cabina costruita con un'apposita struttura prefabbricata, tale struttura (precaria) non necessita alcuna autorizzazione urbanistica accessoria.

La cabina sarà posata su apposite fondazioni in calcestruzzo tali da garantirne la stabilità, e nelle quali saranno predisposti gli opportuni cavedi e tubazione per il passaggio dei cavi di potenza e segnale. Per ulteriori dettagli in merito alle fondazioni nonché al sistema di fissaggio del container si rimanda all'elaborato "Particolare cabine elettriche", di cui di seguito si riporta un estratto:

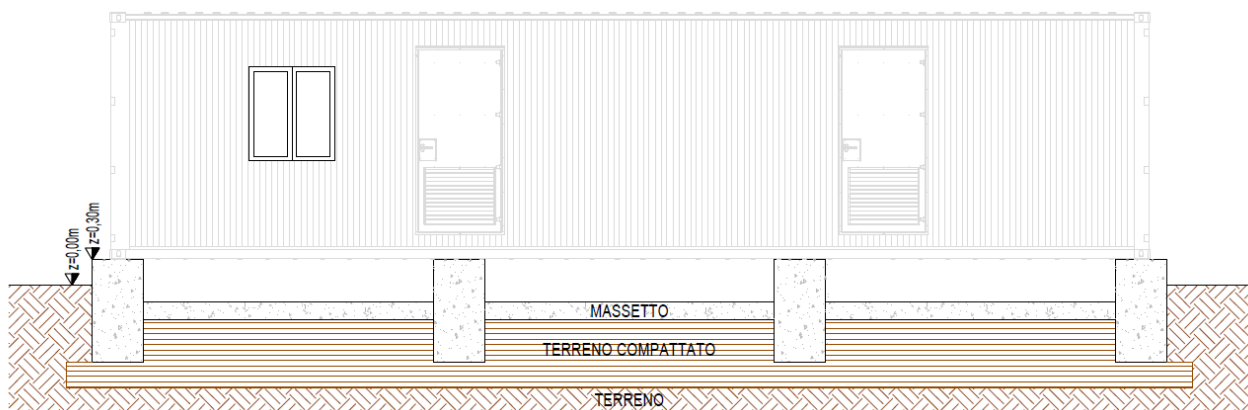


Figura 7 - Cabina MT di smistamento - Vista esterna e fondazioni

All'interno della cabina MT di campo FV sarà essenzialmente previsto:

- Nr. 1 locale tecnico con Quadro MT e sezione ausiliari con trasformatore da 100kVA,
- Nr. 1 locale libero con una postazione SCADA di controllo impianto ed area dedicata ad un minimo di magazzino.

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



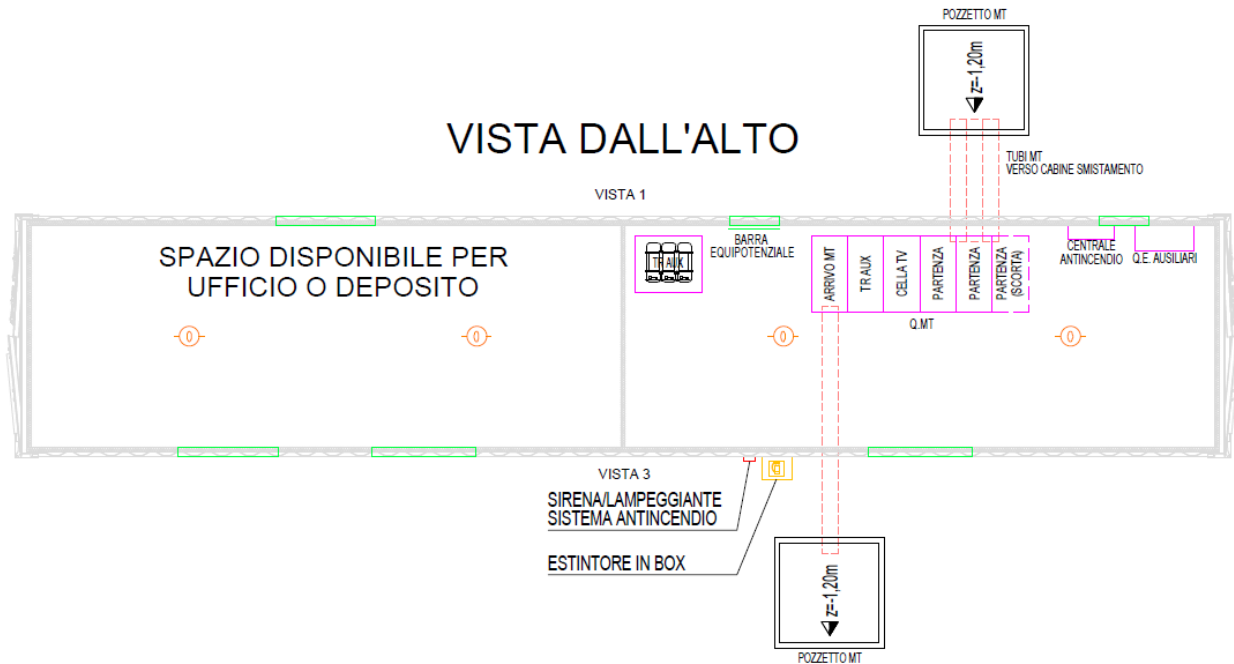


Figura 8 - Cabina MT di smistamento - Vista in pianta

Il quadro di media tensione (QMT) è classificato in accordo alla Norma di riferimento CEI EN 62271-200 come segue:

40,5kV-16kA-630A - LSC2A/PI IAC AFLR 16kA x 1s

ovvero in particolare con l'Internal Arc Certification (IAC) su tutti e 4 i lati (Fronte Lati Retro) a massima sicurezza dell'operatore.

Il quadro sarà composto dalle seguenti unità:

- nr. 3 unità per la protezione delle linee MT provenienti dal campo FV, in configurazione radiale, quindi accessoriate con un relè avente le seguenti protezioni MT:
  - massima corrente di fase con ritardo intenzionale (50) ed istantanea (51);
  - massima corrente direzionale omopolare per l'apertura in caso di guasto a terra (67N).
- nr. 1 partenza per la protezione del trasformatore ausiliari con sezionatore-fusibile MT;
- nr. 1 scomparto TV per l'alloggio dei trasformatori di misura di tensione che servono per il controllo dei parametri elettrici di sbarra MT;
- nr. 1 scomparto partenza cavi MT che va verso la cabina MT di SE di Trasformazione;
- nr. 1 scomparto di riserva.


La sezione ausiliari sarà completata da un trasformatore MT/BT (resina E2C2F1, 36/0.4kV, installato nel locale tecnico di cabina) di potenza nominale pari a 100 kVA per l'alimentazione dei servizi ausiliari, costituiti da:

- Sezione "normale" di alimentazione dei servizi non essenziali;
- Sezione "preferenziale" sotto UPS, dedicata all'alimentazione dei servizi essenziali, quali ad esempio: comandi elettrici di emergenza, SCADA per segnalazione allarmi e stato dei componenti principali;
- Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 24h@ 200 VA). Un quadro UPS per alimentazione di emergenza (6kVA – 230/230V, autonomia 24h@ 200 VA).

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Appendice 1 – Moduli FV

Di seguito si riporta il datasheet di un fornitore primario per i Moduli Fotovoltaici.



**TITAN**  
HIGH PERFORMANCE  
BIFACIAL PERC MONOCRYSTALLINE MODULE


**G5.6**

ISO 9001  
ISO 14001  
OHSAS 18001  
IEC 61215  
CE  
SE  
SABT  
N  
CCC  
CQC  
CLEAN ENERGY COUNCIL  
S

\* As there are different certification requirements in different markets, please contact your local Risen Energy sales representative for the specific certifications applicable to the products in the region in which the products are to be used.

**RISEN ENERGY CO., LTD.**  
Risen Energy is a leading, global tier 1 manufacturer of high-performance solar photovoltaic products and provider of total business solutions for residential, commercial and utility-scale power generation. The company, founded in 1986, and publicly listed in 2010, competes value generation for its chosen global customers. Techno-commercial innovation, underpinned by consummate quality and support, encircle Risen Energy's total Solar PV business solutions which are among the most powerful and cost-effective in the industry. With local market presence and strong financial bankability status, we are committed, and able, to building strategic, mutually beneficial collaborations with our partners, as together we capitalize on the rising value of green energy.

Taohao Industry Zone, Meilin, Ninghai 315609, Ningbo | PRC  
Tel: +86-574-59853239 Fax: +86-574-59853599  
E-mail: marketing@risenenergy.com Website: www.risenenergy.com



**risen**  
solar technology

Preliminary  
For Global Market

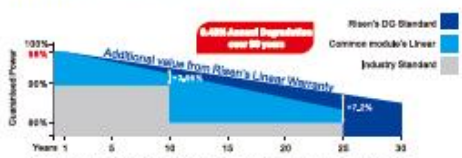
**RSM132-8-635BMDG-660BMDG**

<b>132 CELL</b> Mono PERC Module	<b>635-660Wp</b> Power Output Range
<b>1500VDC</b> Maximum System Voltage	<b>21.2%</b> Maximum Efficiency

**KEY SALIENT FEATURES**

- Global, Tier 1 bankable brand**, with independently certified state-of-the-art automated manufacturing
- Bifacial technology** enables additional energy harvesting from rear side (up to 30%)
- Industry leading lowest thermal co-efficient** of power
- Industry leading 12 years** product warranty
- Excellent low irradiance** performance
- Excellent PID** resistance
- Positive tight power** tolerance
- Dual stage 100% EL** inspection warranting defect-free product
- Module Imp binning** radically reduces string mismatch losses
- Excellent wind load 2400Pa & snow load 5400Pa** under certain installation method
- Comprehensive product and system certification**
  - + IEC61215:2016; IEC61730-1/2:2016;
  - + ISO 9001:2015 Quality Management System
  - + ISO 14001:2015 Environmental Management System
  - + ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety Management System

**LINEAR PERFORMANCE WARRANTY**  
12 year Product Warranty / 30 year Linear Power Warranty



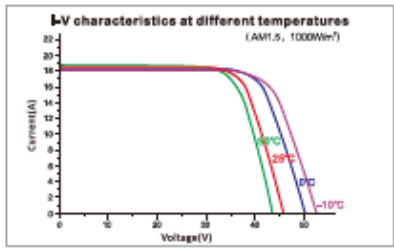
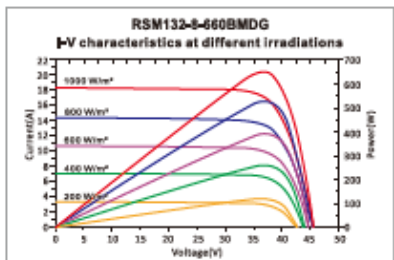
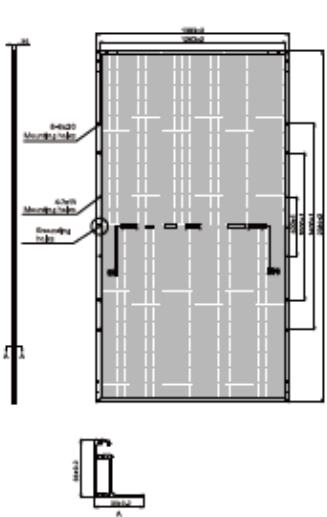
\* Please check the valid version of Limited Product Warranty which is officially released by Risen Energy Co., Ltd.

**THE POWER OF RISING VALUE**

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



Dimensions of PV Module



**Our Partners:**  
 RSM132-BMDG-12BB-EN-12-1-2021

**ELECTRICAL DATA (STC)**

Model Number	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG
Rated Power in Watts-Pmax(Wp)	635	640	645	650	655	660
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	18,03	18,08	18,13	18,18	18,23	18,28
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37,32	37,51	37,69	37,87	38,05	38,23
Maximum Power Current-Imp(A)	17,02	17,07	17,12	17,17	17,22	17,27
Module Efficiency (%) *	20,4	20,6	20,8	20,9	21,1	21,2

STC: Irradiance 1000 W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25°C, Air Mass AM1.5 according to EN 60904-3. Bifacial factor: 70%±5 \* Module Efficiency (%): Round-off to the nearest number

**Electrical characteristics with 10% rear side power gain**

Model Number	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG
Total Equivalent power-Pmax (Wp)	699	704	710	715	721	726
Open Circuit Voltage-Voc(V)	44.89	45.09	45.29	45.49	45.69	45.89
Short Circuit Current-Isc(A)	19,83	19,89	19,94	20,00	20,05	20,11
Maximum Power Voltage-Vmpp(V)	37,32	37,51	37,69	37,87	38,05	38,23
Maximum Power Current-Imp(A)	18,72	18,76	18,83	18,89	18,94	19,00

Rear side power gain: The additional gain from the rear side compared to the power of the front side at the standard test condition. It depends on mounting (structure, height, tilt angle etc.) and albedo of the ground.

**ELECTRICAL DATA (NMOT)**

Model Number	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG	RSM132-4-660BMDG
Maximum Power-Pmax (Wp)	481,0	484,9	488,6	492,4	496,2	500,0
Open Circuit Voltage-Voc (V)	41,75	41,93	42,12	42,31	42,49	42,68
Short Circuit Current-Isc (A)	14,78	14,83	14,87	14,91	14,95	14,99
Maximum Power Voltage-Vmpp (V)	34,63	34,81	34,98	35,14	35,31	35,48
Maximum Power Current-Imp (A)	13,89	13,93	13,97	14,01	14,05	14,09

NMOT: Irradiance at 800 W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 20°C, Wind Speed 1 m/s.

**MECHANICAL DATA**

Solar cells	Monocrystalline
Cell configuration	132 cells (6x11+6x11)
Module dimensions	2384x1303x35mm
Weight	40kg
Superstrate	High Transmission, Low Iron, Tempered ARC Glass
Substrate	Tempered Glass
Frame	Anodized Aluminium Alloy type 6005-2T6, Silver Color
J-Box	Potted, IP68, 1500VDC, 3 Schottky bypass diodes
Cables	4,0mm <sup>2</sup> (12AWG), Positive(+)-350mm, Negative(-)-350mm (Connector Included)
Connector	Risen Twinseal PV-SY02, IP68

**TEMPERATURE & MAXIMUM RATINGS**

Nominal Module Operating Temperature (NMOT)	44°C±2°C
Temperature Coefficient of Voc	-0.25%/°C
Temperature Coefficient of Isc	0,04%/°C
Temperature Coefficient of Pmax	-0.34%/°C
Operational Temperature	-40°C~+85°C
Maximum System Voltage	1500VDC
Max Series Fuse Rating	35A
Limiting Reverse Current	35A

**PACKAGING CONFIGURATION**

Number of modules per container	40ft(HQ)
Number of modules per pallet	527
Number of pallets per container	31
Box gross weight[kg]	17
	1290

CAUTION: READ SAFETY AND INSTALLATION INSTRUCTIONS BEFORE USING THE PRODUCT. ©2021 Risen Energy. All rights reserved. Contents included in this datasheet are subject to change without notice. No special undertaking or warranty for the suitability of special purpose or being installed in extraordinary surroundings is granted unless as otherwise specifically committed by manufacturer in contract document.

THE POWER OF RISING VALUE

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## Appendice 2 – Struttura di Fissaggio Moduli

Di seguito si riporta un datasheet di un fornitore primario per la struttura di Fissaggio Moduli.



00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

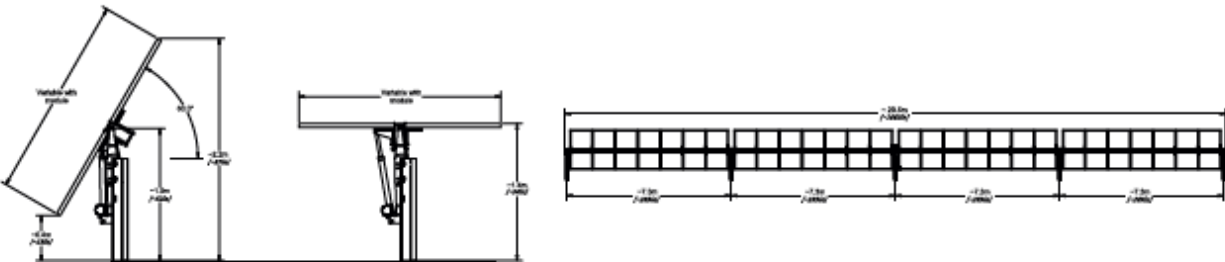


**TRJ-P - TECHNICAL DATA SHEET**

**TECHNICAL SPECIFICATIONS**

<b>Type of tracking system</b> .....	Horizontal Single Axis Tracker with balanced structure, North-South axis alignment and East-West tracking with independent rows and backtracking
<b>Maximum tracking error</b> .....	± 2°
<b>Control system architecture</b> .....	1 control board up to each 10 actuators in closed loop with encoder
<b>PV module type</b> .....	Structure adaptable to available PV modules types on market: Monofacial and Bifacial (thin film, framed and frameless)
<b>Configurations</b> .....	1 module in portrait
<b>Rotation angle</b> .....	Up to 120° (±60°)
<b>Motors</b> .....	Linear actuator with induction AC motor (lubrication free) with integrated encoder
<b>Power supply</b> .....	- AC power supply from auxiliary services - Selfpowered from PV string (with patented backup solution without batteries) - Smartpower integration with string inverters
<b>Monitoring and data stream</b> .....	Real time communication or remote mode communication via ModBus
<b>Communication</b> .....	Communication between SCADA and control board: Wired (RS485) or Wireless (LoRa)
<b>Wind and snow loads</b> .....	Fully configurable depending on local conditions
<b>Operation temperature range</b> .....	Standard range -20°C / +50°C; extended range available
<b>Foundation</b> .....	Driven piles, pre drilled and concrete backfilled, optional concrete ballasts
<b>Electrical grounding</b> .....	Tracker structure grounding path according to UL2703
<b>Materials</b> .....	Galvanized steel or Weathering steel in compliance with site environmental conditions
<b>Ground cover ratio</b> .....	Configurable based on project specifications
<b>Maximum land slope</b> .....	N-S: Up to 7% standard (extended options available) E-W: Unlimited
<b>Warranty</b> .....	10 years for structural components; 5 years for motors and electronic components (extended warranty available)

**TYPICAL TRACKER TABLE WITH 28 MODULES**



	ITALY Via Del Serafico, 200 - 00142 Rome T +39 06530 611 F +39 06 51 061 200 W www.convertitalia.com E info@convertitalia.com	BRASIL BH-TEC Technology Park Rua Professor José Vieira de Mendonça, 770 Belo Horizonte – MG (Brasil) Cep 31310-260 T/M +55 31 50196809	NORTH AMERICA One Valmont Plaza Omaha, Nebraska 68154-5215 United States Phone: +1 402.963.1000 W www.valmont.com
	info@convertitalia.com www.convertitalia.com		

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



-   
**Land adaptability**
-   
**Wind load**
-   
**Snow load**
-   
**Earthquake load**
-   
**Minimum Maintenance**
-   
**Wind Tunnel test**
-   
**10 years Warranty**

**Design**

- Adaptable to desired angle (From 5° to 30°).
- Compatibility with all PV modules (framed, glass-glass, thinfilm and bifacial), structure optimisation for every type of PV module and project characteristics.
- Modular structure that adapts to the electrical configuration and project needs.
- Minimisation or elimination of civil works.
- Compatible with different foundation solutions: pile ramming, micropiles, concrete pads, predrilling, screw pile.
- Tailor-made structure according to soil conditions, topography and PV module.

**Installation**

- Minimum installation time.
- High tolerances to foundation positioning error, in the axes (X, Y, Z) and to rotation in Y and Z axes.
- 100% bolted connections. No need for welding, cuts or drilling on site.
- Alternative design with reduced amount of foundations.

**Operation and Maintenance**

- Minimum investment in O&M works thanks to the simplicity and robustness of the system.
- Minimum maintenance.



T. +34 948 260 129  
 Avda. Sancho el Fuerte, 26. Oficina 1  
 31008 Pamplona, Navarra (Spain)

info@stinorland.com  
 www.stinorland.com



00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

## Technical Specifications



SYSTEM DESCRIPTION	STI-F3™	STI-F5™
Tracker type	Monopost fixed structure	Bipost fixed structure
Ground Coverage Ratio	1.5-2ha (Depending on the tilt angle)	
DIMENSIONES (Standard structure)*	STI-F3™	STI-F5™
Length	Depending on configuration. Modular structure	
Width	Up to 4m/13.12ft.	Up to 8m/26.24ft.
Height	Aprox. 2.5m/8.2ft.	Aprox. 3m/9.84ft.
PV module distance to ground	>0.5m/1.64ft.	
Tilt angle	5° to 30° (others possible)	
STRUCTURAL ANALYSIS	Eurocode as Standard. Adaptable to local regulation: EC, ASCE, CFE, NCH, AS, NZS, SANS	
MECHANICAL SPECIFICATIONS	Standard 140km/h*	
Max. wind speed	Standard 140km/h*	
Structure Materials	HDG Steel S235, S275, S355, S350GD, ZM310 or equivalent	
Fasteners, bolts and nuts	10.9 and 8.8 quality steel with Zink Nickel or Geomet Grade B (ISO 9227)	
Modules Fixation	Bolted joint, riveted joint or clamps	
Site topography flexibility	15% N-S / 15% E-W (Higher values to be validated)	
FOUNDATIONS	Cohesive terrain with medium-firm consistency and granulated terrain with medium to dense consistency	
Ramming	Cohesive terrain with medium-firm consistency and granulated terrain with medium to dense consistency	
Predrill+Ramming	Very firm or rocky terrain with pre-drill	
Micropile	Terrain with low bearing capacity or corrosive	
Screw pile	Very firm or rocky terrain with pre-drill	
Concrete pad	Difficult terrain, landfills	
MAINTENANCE	Minimum (annual review)	
Maintenance	Minimum (annual review)	
WARRANTY	10 years warranty	
Structural	10 years warranty	

(\*) Configurable depending on Project. Other options available.

T. +34 948 260 129  
Avda. Sancho el Fuerte, 26. Oficina 1  
31008 Pamplona, Navarra (Spain)

info@stinorland.com  
www.stinorland.com

**STINORLAND**

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione



### Appendice 3 – Inverter

Di seguito si riporta un datasheet di un fornitore primario per gli inverter.

#### SUN2000-215KTL-H3 Smart String Inverter



100A  
Per MPPT



99.0%  
Max. Efficiency



String-Smart  
Switch



Smart I-V Curve  
Diagnosis Supported



MBUS  
Supported



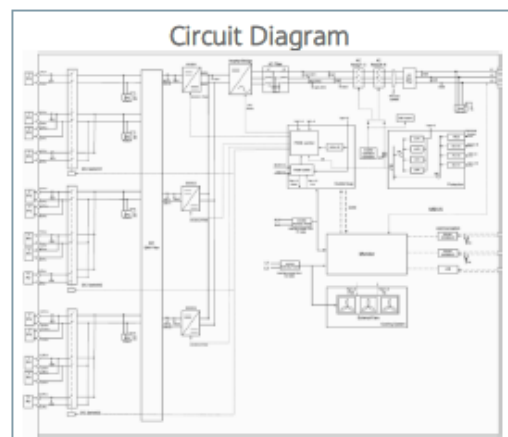
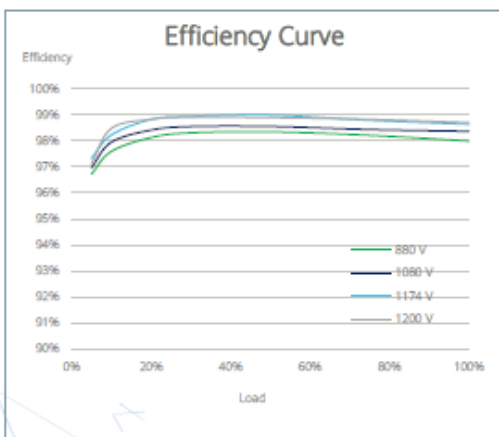
Fuse Free  
Design



Surge Arresters for  
DC & AC



IP66  
Protection



SOLAR.HUAWEI.COM

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

SUN2000-215KTL-H3  
**Technical Specifications**

Efficiency	
Max. Efficiency	≥99.0%
European Efficiency	≥98.6%
Input	
Max. Input Voltage	1,500 V
Number of MPP Trackers	3
Max. Current per MPPT	100A/100A/100A
Max. PV Inputs per MPPT	4/5/5
Start Voltage	550 V
MPPT Operating Voltage Range	500 V ~ 1,500 V
Nominal Input Voltage	1,080 V
Output	
Nominal AC Active Power	200,000 W
Max. AC Apparent Power	215,000 VA
Max. AC Active Power (cosφ=1)	215,000 W
Nominal Output Voltage	800 V, 3W + PE
Rated AC Grid Frequency	50 Hz / 60 Hz
Nominal Output Current	144.4 A
Max. Output Current	155.2 A
Adjustable Power Factor Range	0.8 LG ~ 0.8 LD
Max. Total Harmonic Distortion	< 1%
Protection	
Input-side Disconnection Device	Yes
Anti-islanding Protection	Yes
AC Overcurrent Protection	Yes
DC Reverse-polarity Protection	Yes
PV-array String Fault Monitoring	Yes
DC Surge Arrester	Type II
AC Surge Arrester	Type II
DC Insulation Resistance Detection	Yes
Residual Current Monitoring Unit	Yes
Communication	
Display	LED Indicators, WLAN + APP
USB	Yes
MBUS	Yes
RS485	Yes
General	
Dimensions (W x H x D)	1,035 x 700 x 365 mm (40.7 x 27.6 x 14.4 inch)
Weight (with mounting plate)	≤86 kg (191.8 lb.)
Operating Temperature Range	-25°C ~ 60°C (-13°F ~ 140°F)
Cooling Method	Smart Air Cooling
Max. Operating Altitude without Derating	4,000 m (13,123 ft.)
Relative Humidity	0 ~ 100%
DC Connector	Staubli MC4 EVO2
AC Connector	Waterproof Connector + OT/DT Terminal
Protection Degree	IP66
Topology	Transformerless

SOLAR.HUAWEI.COM

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione

Appendice 4 – Cabina di trasformazione

STS-3000K-H1  
Smart Transformer Station



**Simple**

Prefabricated and Pre-tested, No Internal Cabling Needed Onsite  
Compact 20' HC Container Design for Easy Transportation



**Efficient**

Eco-design Transformer Suitable for All  
Lower Self-consumption for Higher Yields



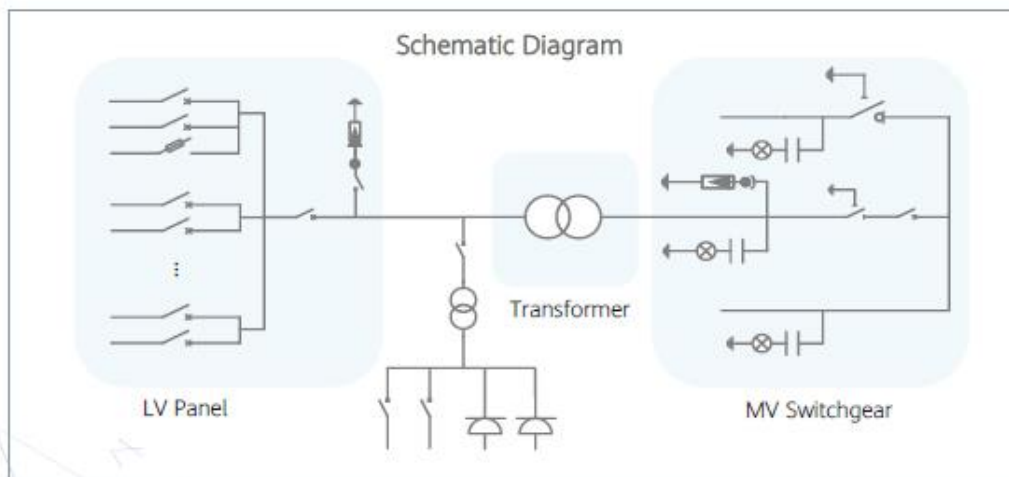
**Smart**

Real-time Monitoring of Transformer, LV Panel and MV Switchgear  
0.2% High Precision Sensor of LV Electricity Parameters  
Remote Control of ACB and MV Circuit Breaker



**Reliable**

Robust Design against Harsh Environments  
Optimal Cooling Design for High Availability and Easy O&M  
Comprehensive Tests from Components, Device to Solution



SOLAR.HUAWEI.COM

00	25-03-2022	Prima Emissione
Revisione	Data	Descrizione