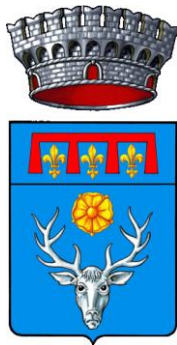




r_emi.ro.Giunta - Prot. 07/06/2024.0605540.E



Regione Emilia Romagna
Comune di Calderara di Reno

PROGETTO PRELIMINARE
PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO

TITOLO ELABORATO:		N° ELABORATO:	
<i>RELAZIONE DI STIMA PRODUCIBILITA' IMPIANTO</i>		RT.10	
		Scala:	
		Data: 18/03/2024	
PROGETTISTA:	COMMITTENTE:		
 STUDIO INGEGNERIA PULCINI www.studioingegneriapulcini.it P.zza S. Giovanni in Laterano, 26 RM Tel. +39 351 513 21591	 Padana Servizi S.r.l. GESTIONE AZIENDALE ED AMMINISTRATIVA SERVIZI INFORMATICI STUDIO TECNICO DI PROGETTAZIONE EDILE Padana Servizi Srl Via Bacciliera 12 Calderara di Reno (BO) P.IVA 02014920405		
Coord.: Prof. D. Pulcini Progettista: Arch. D. Ishneiwer Progettista: Ing. M. Lanzoni Progettista: Ing. A. Cervone Progettista: Arch. F. Fiscaletti	Progettista: Ing. F. Falasca Progettista: Dott. M. d'Onghia Progettista: Ing. G. Ramirez Progettista: Arch. M. Rauco Progettista: Arch. G. Rauco		Referente: Prof. D. Pulcini
LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO		FILE NAME
PRELIMINARE	RT.10		RT.10_Relazione di stima producibilità impianto

Rev.	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
Il presente elaborato di esclusiva proprietà di Studio Ingegneria Pulcini, non può venire riprodotto né reso noto a terzi senza autorizzazione. Ogni trasgressione verrà perseguita a termini di legge.			Regione Emilia Romagna c.f. 987798787078; p.iva 6875576523 P. Costituzione 1, Bo +39 051 4567890 regione.emilia.romagna@gov.it		

SOMMARIO

1.	PREMESSA.....	3
2.	LA TAGLIA DELL'IMPIANTO	5
	CARATTERISTICHE DEL TERRENO	5
	LA SUPERFICIE COLTIVATA	6
	DATI PRINCIPALI DI DIMENSIONAMENTO	7
3.	IL MODULO FOTOVOLTAICO.....	8
4.	Strutture di supporto	13
5.	PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO	14

1. PREMESSA

Il presente elaborato “Relazione impianto elettrico” definisce le caratteristiche e le metodologie utilizzate per il dimensionamento preliminare elettrico dell’impianto agrivoltaico sito presso il comune di Calderara di Reno (Bo).

L’impianto avrà una potenza nominale pari a 15,54 MW_p, con un sistema di accumulo da circa 10 MWh e si pone l’obiettivo di combinare sulla medesima superficie agricola la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili con l’attività agronomica da svolgersi tra i filari dei moduli fotovoltaici.

Il progetto prevede:

- la realizzazione dell’impianto agrivoltaico avanzato;
- la realizzazione dell’impianto di accumulo;
- la realizzazione della sottostazione elettrica di trasformazione e consegna dell’energia prodotta in caso di connessione in AT;
- la realizzazione delle opere di rete.

Il presente documento si focalizza sugli aspetti progettuali relativi al dimensionamento del campo fotovoltaico e della sua producibilità di energia. Le simulazioni sono state realizzate il software di progettazione solare PVSYST 7.4 e con il tool PVGIS.

Al momento di stesura della relazione, sono stati come principali riferimenti normativi le linee guida pubblicate dal MASE e prodotte in un gruppo di lavoro coordinato dal MITE, costituito da: CREA - Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria, ENEA - Agenzia nazionale per le nuove tecnologie, l'energia e lo sviluppo economico sostenibile, GSE - Gestore dei servizi energetici S.p.A. ed RSE - Ricerca sul sistema energetico S.p.A. Le linee guida descrivono requisiti e caratteristiche minime per la qualifica di “agrivoltaico”.

L’agrivoltaico rappresenta un modo efficiente di utilizzare un terreno agricolo per la produzione simultanea di prodotti agricoli ed energia elettrica rinnovabile. Per molti anni si sono realizzati impianti fotovoltaici di grande taglia installati direttamente a terra, con strutture di altezza dell’ordine del metro di tipo fisso o ad inseguimento.

Rispetto ai fotovoltaici a terra, l’agrivoltaico necessita di specifici vincoli di altezza, che sono legati agli aspetti di coltivazione del terreno e al passaggio dei mezzi agricoli. In Italia, da un punto di vista normativo, è stato inserita una condizione per cui l’altezza da terra del modulo debba essere almeno di 2,1m.

Nell’attuale panorama tecnologico disponibile per gli impianti agrivoltaici esistono molteplici strutture di supporto, la cui scelta influenza sia la quantità di luce penetrante nel terreno, sia la densità di potenza

dell'impianto per ettaro di terreno agricolo. Inoltre, un altro aspetto importante è la modalità in cui le strutture vengono ancorate al terreno.

La scelta della struttura di sostegno dei moduli fotovoltaici è quindi normalmente dipendente, oltre che dal tipo di coltivazione, da altri aspetti di natura tecnico-economico legate alla resa dell'impianto in termini di potenza ed energia per unità di superficie occupata.

Le soluzioni ad orientamento e inclinazione fissa sono di largo utilizzo nell'industria fotovoltaica in quanto sono più economiche e non essendoci parti in movimento, garantiscono una minore manutenzione e rischio di guasto. Si orientano in modo che i pannelli siano esposti a Sud.

L'inclinazione è una scelta che dipende dalla distanza dei moduli, a sua volta influente sulla densità di potenza dell'impianto, e dal tipo di utilizzo che deve essere fatto dell'energia prodotta: prendendo ad esempio il sito oggetto della relazione, nel caso si dovesse massimizzare la produzione di energia nella stagione invernale l'inclinazione ideale sarebbe di 60°. Nel caso invece si dovesse ottimizzare la resa estiva o quella annuale, l'inclinazione ideale sarebbe di 25°.

La soluzione con inseguimento solare (tracker) permette di efficientare la produzione di energia elettrica a parità di componenti elettrici. Quindi lo stesso impianto fotovoltaico, a parità di taglia, latitudine e fenomeni di ombreggiamento esterno, potrà produrre più energia per unità di potenza per il fatto che i pannelli andranno a compiere delle rotazioni inseguendo la posizione del sole.

Esistono inseguitori monoassiali o a doppio asse, a seconda se rispettivamente l'inseguitore solare lavora sul solo angolo di tilt o anche sull'azimut. Nelle applicazioni agrivoltaiche sono maggiormente diffusi i tracker monoassiali con orientamento sull'asse Nord-Sud. In tale configurazione il tracker compie una rotazione dell'angolo di tilt compresa in un'escursione massima tra $\pm 60^\circ$, a seconda della posizione del sole durante la giornata.

2. LA TAGLIA DELL'IMPIANTO

CARATTERISTICHE DEL TERRENO

Dallo studio eseguito emerge come l'area si collochi in una zona a debolissima inclinazione topografica, che permette uno sviluppo delle strutture dei pannelli fotovoltaici, cabine e componenti dell'impianto senza particolari problemi, con presenza di una sequenza piuttosto uniforme di terreni fini (argille molto compatte e compatte) lungo tutti i 20 m esplorati, con sottili e discontinui livelli di miscele sabbiose, presenti in particolare nel primo metro dal piano campagna e a circa 15 m.

Dal punto di vista geomeccanico, l'intero spessore indagato è caratterizzato da resistenze alla punta molto alte, quasi sempre superiori a 1 MPa, ad eccezione di alcuni rari livelli di argille organiche e terreni misti e di argille inorganiche a media consistenza, in cui la resistenza alla punta scende di poco sotto 1MPa. I valori medi di coesione non drenata risultano nel complesso buoni, variabili da 78 a 149 kPa, mentre decadono a mediocri nei primi 3 m e tra 11 e 15 m, variando da 48 a 68 kPa.

La soggiacenza dell'acquifero principale, sulla scorta dei dati piezometrici elaborati per il QC del PSC di Terre d'Acqua, dovrebbe attestarsi a circa 5 m dal p.d.c.; in occasione dell'esecuzione della prova penetrometrica, il livello di falda è stato rilevato a circa -1,2 m dal p.d.c.

Per la caratterizzazione sismica del terreno sono stati utilizzati i dati ricavati da un'indagine a sismica passiva (HVSr) realizzata per questo studio in data 21/04/2021 in corrispondenza dell'area d'indagine. L'indagine ha permesso di individuare la frequenza di vibrazione fondamentale del terreno, pari a circa 1 Hz.

L'indagine ha inoltre permesso di interpretare il profilo di velocità delle onde S con la profondità, da cui è stato ricavato il parametro di Normativa Vs30, risultato pari a 250 m/s, che, grazie anche all'aumento progressivo della rigidità del terreno con la profondità, permette di inserire il terreno stesso all'interno della classe C - Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.

Lo studio di microzonazione sismica di III livello del Comune di Calderara di Reno ha inserito l'area di studio all'interno di una zona di attenzione per liquefazione in caso di sisma, calcolando, in corrispondenza di una verticale CPT eseguita pochi metri ad est, un valore dell'indice di Potenziale Liquefazione pari a 4,8, che determina un livello di rischio liquefazione "moderato".

La presenza di una stratigrafia locale che, in base alle evidenze geologiche ricavate dall'analisi dei dati geognostici dell'indagine in situ, è costituita prevalentemente da terreni fini (argille da molto compatte a compatte), con livelli sabbiosi molto sottili e discontinui, fa ritenere molto bassa la probabilità che si possano innescare fenomeni di liquefazione in occasione di eventi sismici d'intensità pari alla sismicità di base dell'area.

Sono stati, infine, determinati i parametri di pericolosità sismica di base del sito specifico e i parametri d'azione e gli spettri elastici relativi ai quattro stati limite.

Infine, sempre per i quattro stati limite, si sono calcolate, attraverso l'approccio semplificato NTC18 (§ 3.2.3), l'amplificazione litostratigrafica e l'accelerazione massima orizzontale attesa al sito ed i rispettivi coefficienti sismici orizzontale e verticale.

I dettagli dello studio sono ripotati nell'elaborato "Relazione geologica e sismica" allegata.

LA SUPERFICIE COLTIVATA

La superficie complessiva agricola è pari a circa 17.46 ettari. Nell'immagine è riportata una vista area della superficie su cui può essere installato l'impianto agrivoltaico. La taglia dell'impianto è legata alla quantità di pannelli fotovoltaici che è possibile installare. Tale parametro dipende dalle esigenze della coltivazione agricola dagli spazi effettivamente utilizzabili: la superficie agricola disponibile non può essere utilizzata nella sua interezza perché c'è bisogno di considerare la presenza di vincoli urbanistici esistenti che impediscono l'utilizzo di determinate aree, la necessità d'inserire spazi per componenti del sistema al di fuori dei pannelli fotovoltaici (quali ad esempio inverter, sistema di accumulo, trasformatori, ecc.), la presenza di strutture funzionali all'esercizio dell'impianto quali recinzioni e strade e infine aree per futuri sviluppi dell'impianto di produzione dell'energia elettrica.



Terreno agricolo disponibile per l'impianto agrivoltaico

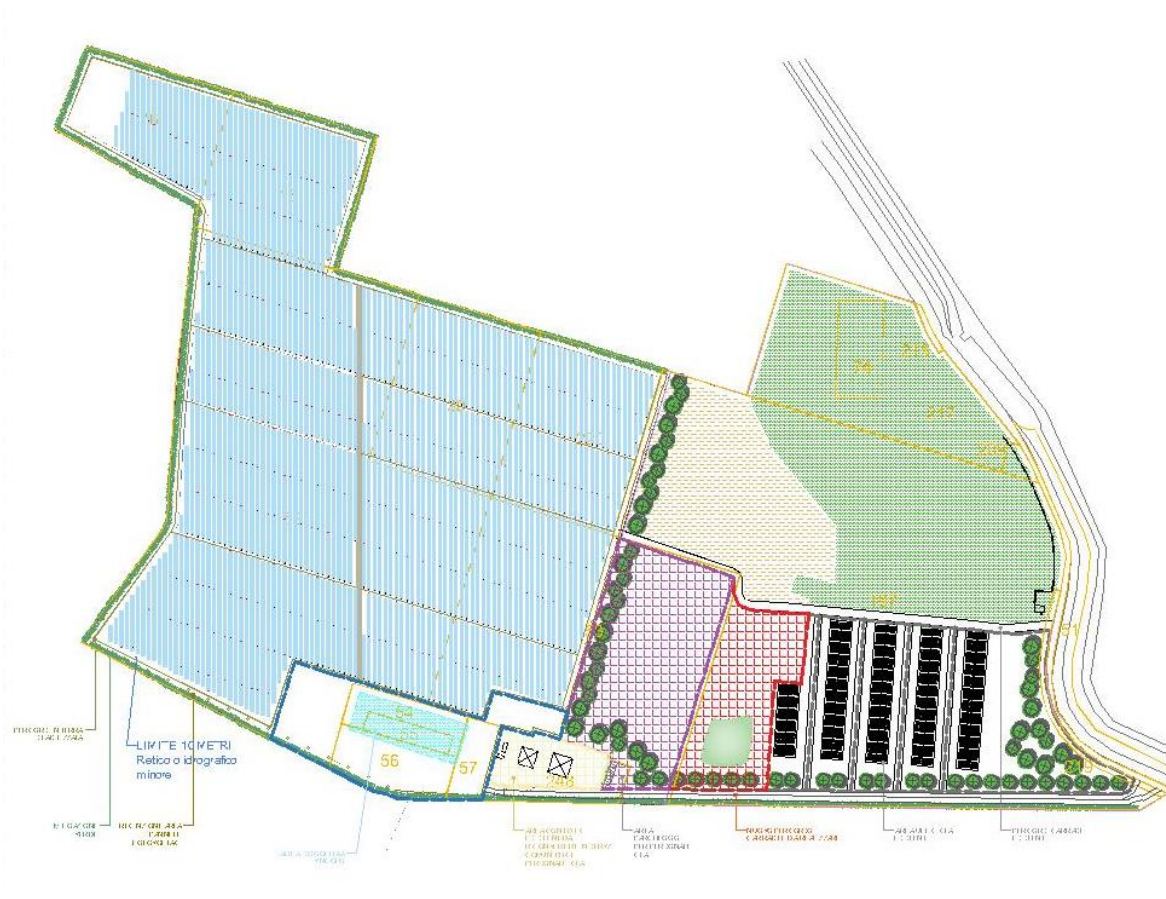
L'area effettivamente utilizzabile per l'installazione dei pannelli fotovoltaici è di 16.03 ettari. Ipotizzando una distanza tra i supporti della struttura di 4.5m, un ingombro del pannello di 3.106m² è possibile installare 21762 pannelli fotovoltaici da 710W. A tale numero corrisponde una potenza di 15.45 MWp. Nella figura sottostante è possibile visualizzare l'area effettivamente utilizzata per il posizionamento dei pannelli.

Nella tabella sottostante sono riportati i principali parametri riguardanti il dimensionamento della taglia dell'impianto fotovoltaico.

Superficie agricola lorda [ha]	17,46
Superficie agricola netta per fotovoltaico [ha]	16,03
Superficie netta pannello [m ²]	3,106
Angolo d'inclinazione pannelli [°]	±60
°Orientamento asse pannelli	N-S
Numero pannelli	21.762
Potenza pannello [W]	710
Potenza massima [MW _p]	15,45
LAOR	0.39

DATI PRINCIPALI DI DIMENSIONAMENTO

Uno dei requisiti per la definizione d'impianto agrivoltaico all'interno delle linee guida pubblicate dal MASE è l'indice di occupazione del suolo LAOR (Land Area Occupation Ratio). Ai fini del calcolo del LAOR si è considerato che i pannelli fotovoltaici, per il tipo di struttura selezionata e più nel dettaglio riportata nei successivi paragrafi, hanno un'inclinazione media di 22.5° a cui corrisponde un'impronta media del pannello sulla superficie di 2.87 m². Il LOAR massimo in questo caso risulta pari a 0.39, quindi inferiore al limite contenuto delle linee guida di 0.4.



Area del terreno agricolo utilizzato per la disposizione dei pannelli fotovoltaici

3. IL MODULO FOTOVOLTAICO

Per l'impianto oggetto di progetto è stato scelto un modulo della TRINA SOLAR da 710 W, di tipo bifacciale con 132 celle n-type. Le principali caratteristiche tecniche sono riportate nella tabella sottostante:

Produttore	Trina Solar
Modello	Vertex TSM-NEG21C.20
Dimensioni	2384×1303×33 mm
Potenza [Wp]	710
Numero di celle	132
Efficienza del modulo	22.9%
Tipo cella	N-type
Tipo modulo	Bifacciale
Vetro fronte	2.0 mm – vetro antiriflesso rinforzato

	al calore ad alta trasmissione
Vetro retro	2.0 mm – vetro rinforzato al calore

Caratteristiche tecniche principali del modulo fotovoltaico scelto

Tale modulo, al momento di stesura della presente relazione, è tra i più avanzati a livello tecnologico tra quelli presenti sul mercato avendo, oltre ad un'efficienza del 22.9% per l'adozione della tecnologia di cella di tipo "N-Type", un guadagno di producibilità per la bifaccialità, cioè la capacità di poter produrre energia anche sfruttando la radiazione riflessa dal terreno sul retro del modulo.

Particolare attenzione è stata prestata nella selezione anche alle caratteristiche del modulo in termini di riflettanza della luce solare: l'impianto agrivoltaico ricade nella fascia di distanza dall'aeroporto per cui è richiesto il nulla osta dell'ENAC. La pratica di nulla osta viene eseguita attraverso una dichiarazione di un tecnico abilitato dopo un'analisi specifica sull'abbagliamento. In fase preliminare, si è quindi scelto di adottare un modulo dotato di vetro anti riflesso (AR), dotato di una dichiarazione del costruttore in cui vengono riportate informazioni specifiche sulla riflessività del vetro frontale alla radiazione solare. Tale documento viene allegato alla presente relazione insieme alla scheda tecnica del modulo. I dati di riflettanza dichiarati sono del 6% con radiazione incidente a 90°.

Vertex N

N-type i-TOPCon bifacial dual glass
Monocrystalline module

PRODUCT: TSM-NEG21C.20
PRODUCT RANGE: 685-710W

710W

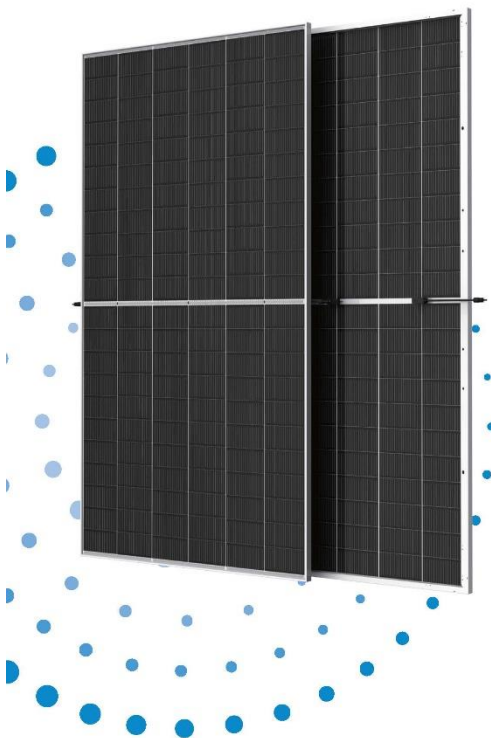
MAXIMUM POWER OUTPUT

0~+5W

POSITIVE POWER TOLERANCE

22.9%

MAXIMUM EFFICIENCY



High customer value

- The star of LCOE (Levelized Cost Of Energy) .Higher string power feature effectively reduces BOS (Balance of System)and LCOE
- More energy harvest with cutting-edge N-type i-TOPCon technology
- Designed for compatibility with existing mainstream system components



High power up to 710W

- Up to 22.9% module efficiency with high density interconnect technology
- SMBB (Super multi-busbar) technology for better light trapping effect, lower series resistance and improved current collection



High reliability

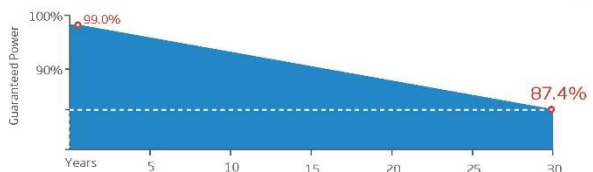
- Minimized micro-cracks with innovative non-destructive cutting technology
- Ensured PID resistance through cell process and module material control
- Resistant to harsh environments such as salt, ammonia, sand, high temperature and high humidity areas
- Mechanical performance up to 5400 Pa positive load and 2400 Pa negative load



High energy yield

- Excellent product bifaciality and low irradiation performance, validated by 3rd party
- Lower degradation: 1% first year, 0.4% annually thereafter
- Lower temperature coefficient (-0.29%/°C)
- Up to 30% additional power gain from back side depending on albedo

Trina Solar's Vertex Bifacial Dual Glass Performance Warranty



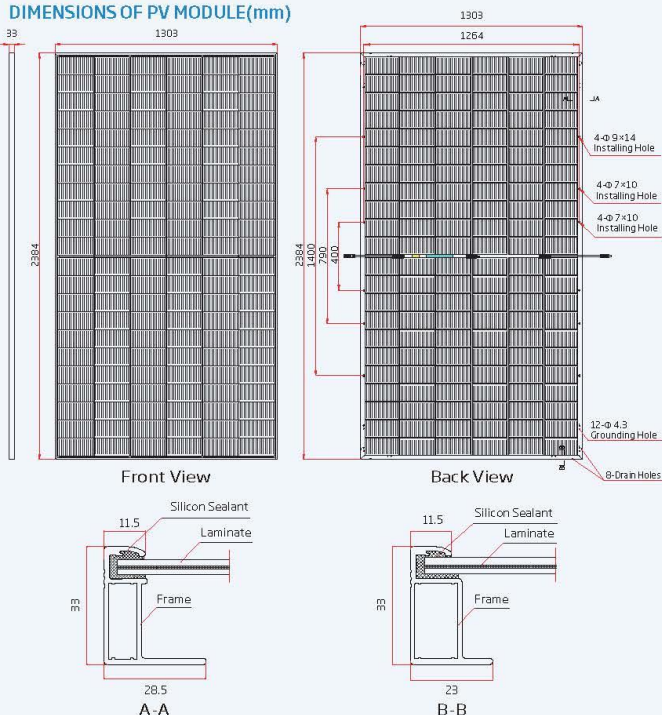
Comprehensive Products and System Certificates



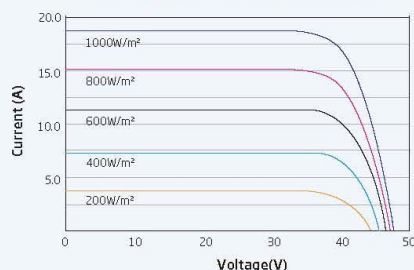
IEC61215/IEC61730/IEC61701/IEC62716
ISO 9001: Quality Management System
ISO 14001: Environmental Management System
ISO14054: Greenhouse Gases Emissions Verification
ISO45001: Occupational Health and Safety Management System

Trinasolar

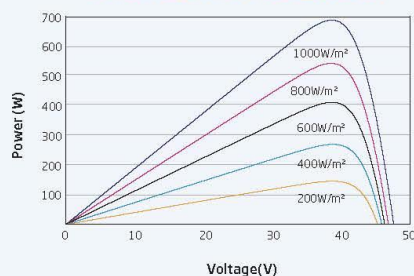
DIMENSIONS OF PV MODULE(mm)



I-V CURVES OF PV MODULE(695W)



P-V CURVES OF PV MODULE(695 W)



MECHANICAL DATA

Solar Cells	N-type Monocrystalline
No. of cells	132 cells
Module Dimensions	2384×1303×33 mm (93.86×51.30×1.30 inches)
Weight	39.3 kg (84.4 lb)
Front Glass	2.0 mm (0.08 inches), High Transmission, AR Coated Heat Strengthened Glass
Encapsulant material	POE/EVA
Back Glass	2.0 mm (0.08 inches), Heat Strengthened Glass (White Grid Glass)

Frame	33mm(1.30 inches) Anodized Aluminium Alloy
J-Box	IP 68 rated
Cables	Photovoltaic Technology Cable 4.0mm² (0.006 inches²) Portrait: 350/280 mm(13.78/11.02 inches) Length can be customized
Connector	MC4 EVO2/ TS4 PLUS/ TS4*

*Please refer to regional datasheet for specified connector.

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_{MPP} (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_{MPP} (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%.

Electrical characteristics with different power bin (reference to 5% & 10% backside power gain)

	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%	5%	10%
Backside Power Gain												
Total Equivalent power - P_{max} (Wp)	719	754	725	759	730	765	735	770	740	776	746	781
Maximum Power Voltage- V_{MPP} (V)	39.8	39.8	40.1	40.1	40.3	40.3	40.5	40.5	40.7	40.7	40.9	40.9
Maximum Power Current- I_{MPP} (A)	18.05	18.91	18.09	18.95	18.11	18.98	18.15	19.02	18.20	19.06	18.23	19.10
Open Circuit Voltage- V_{oc} (V)	47.7	47.7	47.9	47.9	48.3	48.3	48.6	48.6	48.8	48.8	49.0	49.0
Short Circuit Current- I_{sc} (A)	19.12	20.03	19.16	20.08	19.19	20.11	19.24	20.15	19.28	20.20	19.32	20.24

Power Bifaciality: 80±5%.

TEMPERATURE RATINGS

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature)	43°C (±2°C)
Temperature Coefficient of P_{max}	-0.29%/°C
Temperature Coefficient of V_{oc}	-0.24%/°C
Temperature Coefficient of I_{sc}	0.04%/°C

MAXIMUM RATINGS

Operational Temperature	-40~+85°C
Maximum System Voltage	1500V DC (IEC) 1500V DC (UL)
Max Series Fuse Rating	35A

WARRANTY

12 year Product Workmanship Warranty
30 year Power Warranty
1% first year degradation
0.40% Annual Power Attenuation

(Please refer to product warranty for details)

PACKAGING CONFIGURATION

Modules per box: 33 pieces
Modules per 40' container: 594 pieces

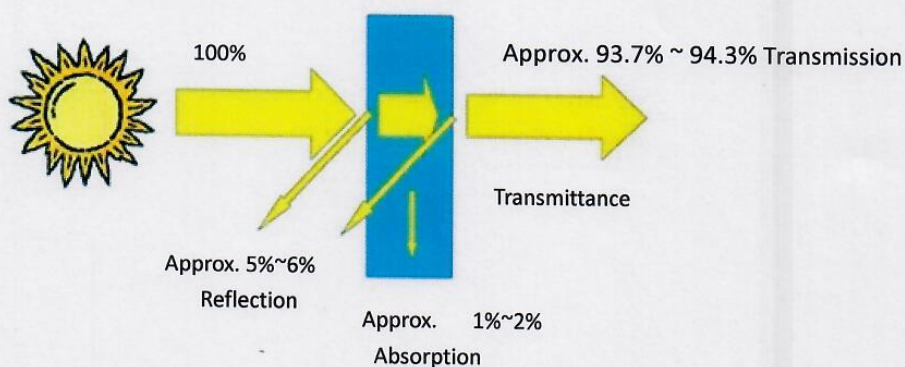
Declaration for Reflection Rate of Trina Solar Modules

To whom it may concern

Trina Solar hereby states that the reflection rate of ARC (anti-reflection coating) glass of the modules is less than 6% (less than 5% in theory and between 5% and 6% in practical applications) under circumstances of perpendicularly incidental light.

Optical Properties of Glass

Light and energy transmittance



Yours Sincerely

Global Customer Service: _____

Signature Date: _____

Trina Solar Co. Ltd.,
No 2 . Tianhe Road, Trina PV Industrial Park, New District,
Changzhou, Jiangsu, 213031 T: +86 519 8548 2008 F: +86 519 8517 6021 E: sales@trinasolar.com

4. STRUTTURE DI SUPPORTO

E' stata selezionata la struttura con tracker monoassiale prodotta da Optimum Tracker. Tale struttura si sviluppa per un'altezza di 3,2m e permette una rotazione di 120°. La rotazione è effettuata da un motore DC alimentato da un proprio pannello solare posizionato al centro della struttura ed ha al suo interno anche una batteria di accumulo che permette il funzionamento fino a 4 giorni consecutivi.

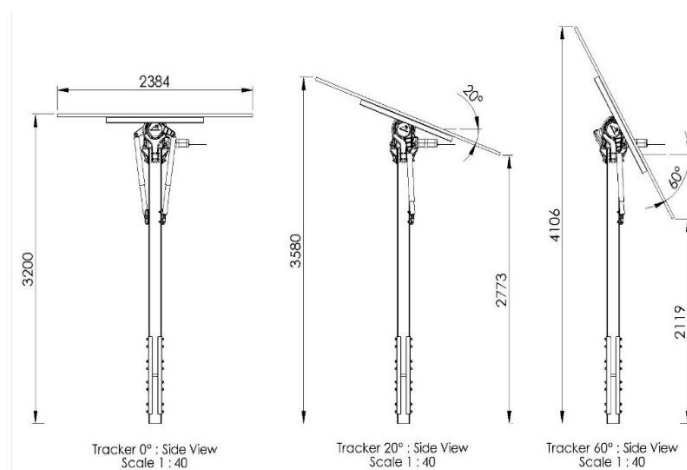
Il sistema di gestione del tracker permette la rotazione all'angolazione ottima in base agli ombreggiamenti ed è comandabile anche in modo tale che sia possibile forzare i pannelli in posizione orizzontale, ad esempio, per delle operazioni legate all'attività agricola.

La scelta della struttura è ricaduta sul tracker solare anche per limitare i fenomeni di abbagliamento legati all'angolo d'inclinazione della radiazione solare rispetto al pannello. Infatti, quando quest'angolo è di 90° i fenomeni d'abbagliamento risultano minimizzati ed Il tracker permette proprio di mantenere quest'angolo a tale valore.

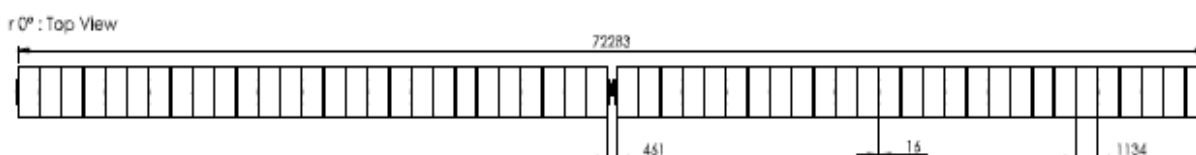
In termini di lunghezza della struttura si è scelto di adottare 2 file da 27 pannelli, ciascuna corrispondente ad una stringa. Ogni tracker è quindi capace di sviluppare una potenza di picco di 38,34 kWp. Sono previste anche strutture con minore numero di moduli fotovoltaici in quanto la superficie risulta irregolare e per occupare lo spazio in maniera efficiente è necessario avere strutture di dimensione diversa.



Angolo di rotazione $\pm 60^\circ$



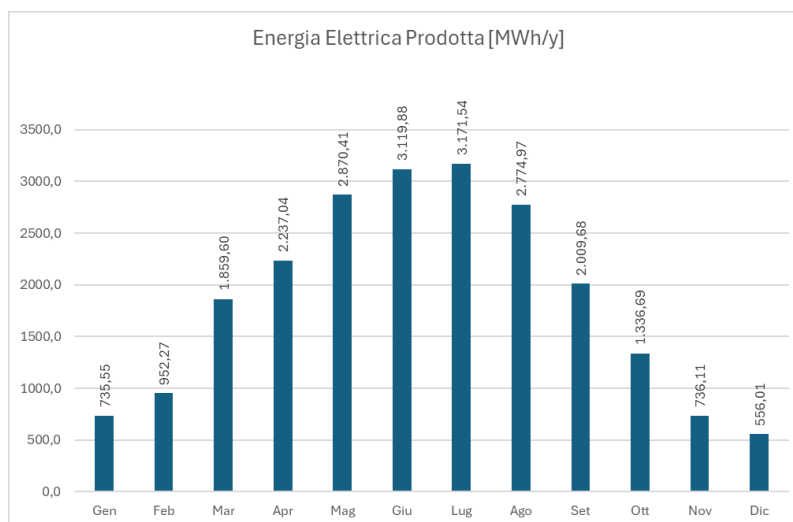
Dimensioni verticali principali della struttura selezionata



Dimensioni orizzontali principali del tracker da 38,34 kWp

5. PRODUCIBILITÀ DELL'IMPIANTO

Attraverso il software PVSYST 7.4 è possibile calcolare la producibilità dell'impianto in base alle caratteristiche tecniche definite ai punti precedenti. L'energia prodotta è di 22.359,76 MWh, distribuita nei vari mesi come riportato nel grafico seguente.



Producibilità annuale dell'impianto tramite PVSYST

La producibilità stimata dell'impianto tiene conto sia della presenza del tracker sia dell'algoritmo in esso implementato di minimizzazione degli ombreggiamenti tra file nelle ore e nei giorni di altezza solare ridotta: il giorno più corto dell'anno ricade in una data compresa tra il 20 e il 22 dicembre, mentre le fasce orarie dell'alba e del tramonto durante tutto l'anno sono quelle di altezza solare minore. E' riportato nella figura seguente il diagramma dell'altezza solare per il luogo d'installazione. Non sono stati considerati fenomeni di ombreggiamento dovuti all'orografia del terreno e alla presenza di edifici. Inoltre, a scopo conservativo, non è stato considerato il contributo della bifaccialità del modulo.

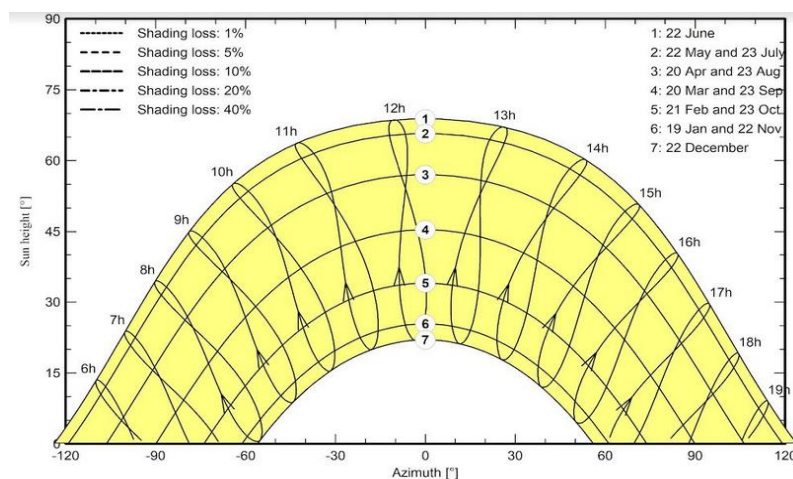
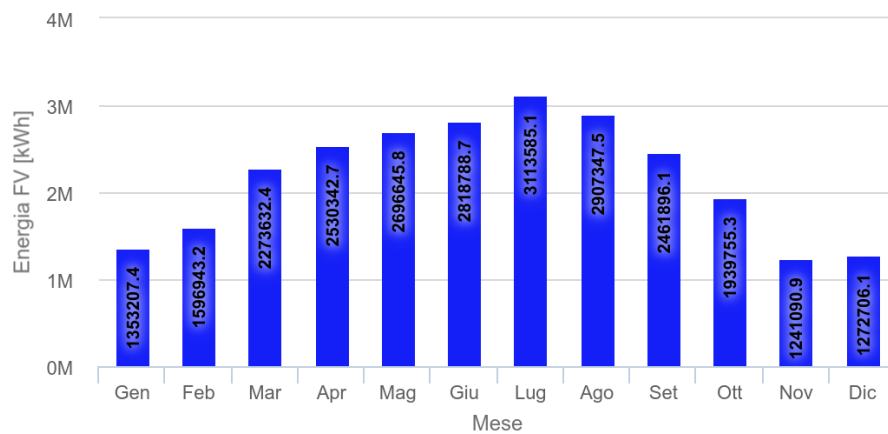


Diagramma dell'altezza solare

La producibilità dell'impianto è stata stimata anche attraverso il tool di calcolo PVGIS 5.2 messo a disposizione dalla commissione europea per valutare la producibilità degli impianti fotovoltaici. I risultati principali sono riportati nella tabella e nel grafico sottostanti.

Valori inseriti:	
Luogo [Lat/Lon]:	44.556,11.225
Orizzonte:	Calcolato
Database solare:	PVGIS-SARAH2
Tecnologia FV:	Silicio cristallino
FV installato [kWp]:	15450
Perdite di sistema [%]:	14
Slope angle [°]:	60
Produzione annuale FV [kWh]:	26205941.26
Irraggiamento annuale [kWh/m2]:	2188.38
Variazione interannuale [kWh]:	1547910.4
Variazione di produzione a causa di:	
Angolo d'incidenza [%]:	-1.55
Effetti spettrali [%]:	1.2
Temperatura e irradianza bassa [%]:	-9.54
Perdite totali [%]:	-22.49

Dati simulazione PVGIS 5.2



Producibilità annuale dell'impianto tramite PVGIS

La produzione stimata è di 26205 MWh per anno e risulta molto superiore a quella calcolata con PVSYST in quanto, rispetto ad esso, PVGIS non prende in considerazione gli ombreggiamenti tra file di tracker.