



PROVINCIA DI AVELLINO

COMUNE DI VENTICANO



LOCALITA':

LOCALITA' CA□T□L D□L LA□O

SOGGETTO RESPONSABILE:



TECNOLOGIE ECOSOSTENIBILI SOLARI SRL
sede legale: Via Marcello Malpighi, 10 00161 Roma (RM),
sede operativa: Vial 81/C 82100 Benevento (BN)
P.Iva 05 474 991 212 - tel. 0824.273587
email tecnologicosostenibilisolari@gmail.com

PROGETTO:

PROGETTO DEFINITIVO

TITOLO DOCUMENTO:

R□LA□ION□ IMPIANTO FOTOVOLTAICO

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

| Livello prog. | Codeice Lavoro | Tipo docum. | N° elaborato | N° foglio | Tot. fogli | NOME FILE | DATA | SCALA |
|---------------|----------------|-------------|--------------|-----------|------------|-----------|------------|-------|
| PD | CDL 2653kW | R□L | 02 | □ | 2□ | R□L02 | 11/□1/2025 | |

REVISIONI

DESCRIZIONE

PROGETTAZIONE:

TECNOLOGIE ECOSOSTENIBILI SOLARI SRL
sede legale: Via Marcello Malpighi, 10 00161 Roma (RM),
sede operativa: Vial 81/C 82100 Benevento (BN)
P.Iva 05 474 991 212 - tel. 0824.273587
email tecnologicosostenibilisolari@gmail.com

IL RICHIEDENTE:

TECNOLOGIE ECOSOSTENIBILI SOLARI SRL
Sede Legale: Via Marcello Malpighi, 10 00161 Roma (RM),
Sede Operativa: Vial 81/C 82100 Benevento (BN)
P.Iva 05 474 991 212 - tel. 0824.273587
email tecnologicosostenibilisolari@gmail.com
P.I./C.F.: 05474991212 - Pec: tecsolar@pec.it

IL PROGETTISTA

Geom. Alfredo Mogavero

INDICE

| | | |
|-----|--|----|
| 1. | DATI GENERALI DELL'IMPIANTO..... | 2 |
| 2. | SITO DI INSTALLAZIONE..... | 2 |
| 3. | DATI DI PROGETTO..... | 2 |
| 4. | DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO..... | 4 |
| 5. | EMISSIONI..... | 4 |
| 6. | ESPOSIZIONI..... | 5 |
| 7. | Produzione attesa..... | 8 |
| 8. | STRUTTURE DI FISSAGGIO..... | 10 |
| 9. | GENERATORE..... | 16 |
| 10. | GRUPPO DI CONVERSIONE..... | 18 |
| | Verifiche elettriche Generico MPPT del convertitore per Tabella Stringhe Allegata..... | 19 |
| 11. | DISPOSITIVI DI PROTEZIONE..... | 20 |
| 12. | CABLAGGI..... | 21 |
| 13. | SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)..... | 21 |
| 14. | CABINA DI TRASFORMAZIONE..... | 22 |
| | 13.1 Quadro di Media Tensione..... | 22 |
| | 13.2 <i>Trasformatore</i> | 23 |
| 14. | CABINA DI CONSEGNA..... | 24 |
| 15. | IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)..... | 24 |
| 16. | VERIFICHE TECNICO-FUNZIONALI E DOCUMENTAZIONE TECNICA..... | 24 |
| 17. | RIFERIMENTI NORMATIVI..... | 25 |
| | SCHEDE TECNICHE MODULI..... | 27 |
| | Modulo 630 Wp..... | 27 |
| | SCHEDE TECNICHE INVERTER..... | 28 |
| | Inverter 320 kW..... | 28 |

1. DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza nominale di circa 2653 kWp e potenza in immissione di 2240 kW. L'impianto fotovoltaico "CDL 2,653 MW" sorgerà nel comune di Venticano (AV) e verrà allacciato alla Rete di Trasmissione Nazionale tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna, mediante cavo MT interrato AL 185mmq, alla "Cabina secondaria PIP CASTEL LAGO DN40-2-306465".

L'estensione complessiva dell'impianto sarà pari a circa 5,3 ha e la potenza nominale complessiva dell'impianto sarà pari ad 2.653 kWp, con immissione in rete pari a 2.240 kW.

L'impianto fotovoltaico sorgerà in un'area che si estende su una superficie agricola individuata al Foglio 2 del comune di Venticano, posta nella porzione nord orientale del territorio comunale, l'accessibilità al sito è buona e garantita dalla strada comunale via Ponterotto.

Il parco fotovoltaico, mediante un cavidotto interrato della lunghezza di circa 0,3 km uscente dalla cabina di impianto, sarà collegato in antenna e connesso alla Cabina secondaria PIP CASTEL LAGO DN40-2-306465 nel comune di Venticano (AV).

2. SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto "CDL 2,653 MW" presenta le seguenti caratteristiche:

| DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE | |
|---|---|
| Località: | Castel del Lago - Venticano (AV) |
| Latitudine: | 41.080378° N |
| Longitudine: | 14.927378° E |
| Altitudine: | 230 |
| Fonte dati climatici: | UNI 10349 |
| Albedo: | Vedi tabella |

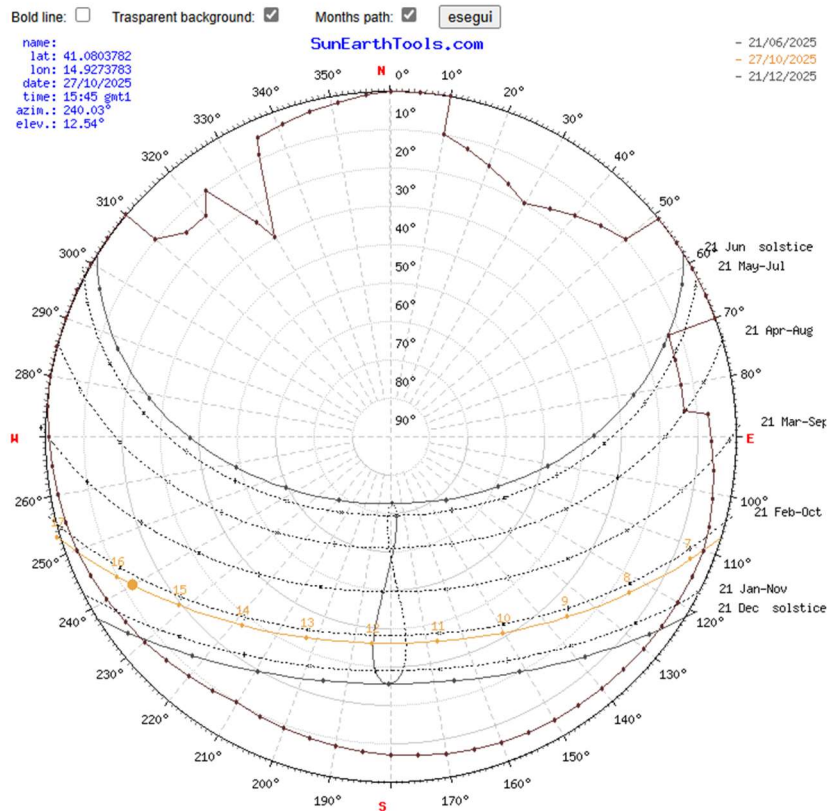
3. DATI DI PROGETTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza nominale di 2.653 kWp e di immissione alla rete elettrica nazionale di 2.240 kW.

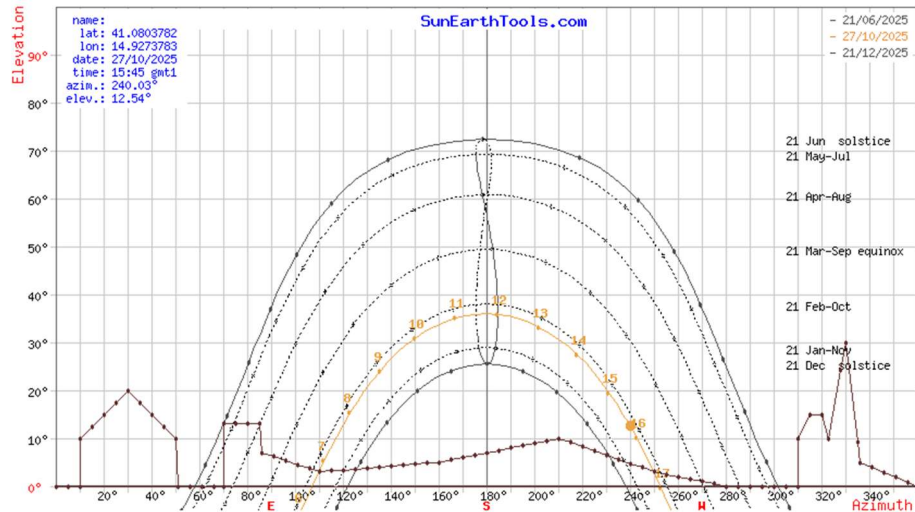
| Dati relativi al committente | |
|-------------------------------------|---|
| Committente | Tecnologie Eco Sostenibili Solari srl |
| Indirizzo | Via Marcello Malpighi,10- 00161 Roma (RM) |
| Dati relativi al generatore | |
| Potenza nominale impianto FV | 2.653 kWp |
| Potenza massima in immissione: | 2.240 kW |
| Livello tensione in immissione | 20 kV |
| Utilizzo energia prodotta | Cessione totale |
| Potenza installata (trasformatori) | 2500 kVA |
| | |

| Caratteristiche della connessione alla rete pubblica | |
|--|---|
| Gestore di rete | E-distribuzione spa |
| Punto di connessione con rete pubblica | presso cabina di consegna MT E- distribuzione |
| Tensione nominale | 15kV \pm 10% |
| Tensione di isolamento | 24kV |
| Frequenza nominale | 50 Hz \pm 5% |
| Corrente massima di cortocircuito trifase presunta all'origine dell'impianto | 16 kA |
| Dati relativi al posizionamento del generatore FV | |
| Posizionamento del generatore FV: | installazione a terra su apposite strutture di sostegno |

Percorso solare



Carta del sistema solare



4. DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento): in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25. Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass. Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° 4.212 moduli fotovoltaici e da n° 7 convertitori centralizzati da 320 kW che provvederanno alla trasformazione dell'energia elettrica prodotta dai moduli, da continua ad alternata trifase.

La potenza di picco è di 2.653,56 kWp per una produzione di 3.429,47 MWh annui distribuiti su una superficie di circa 27.000 m².

Modalità di connessione alla rete Trifase in media tensione con tensione di fornitura 20.000 V.

5. EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

| Equivalenti di produzione termoelettrica | |
|--|------------|
| Anidride solforosa (SO ₂): | 238,37 kg |
| Ossidi di azoto (NO _x): | 1742,07 kg |
| Polveri: | 107,25 kg |
| Anidride carbonica (CO ₂): | 1853,89 t |

Equivalenti di produzione geotermica

| | |
|--|------------|
| Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico): | 98,60 kg |
| Anidride carbonica (CO ₂): | 14,7 t |
| Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP): | 850,28 tep |

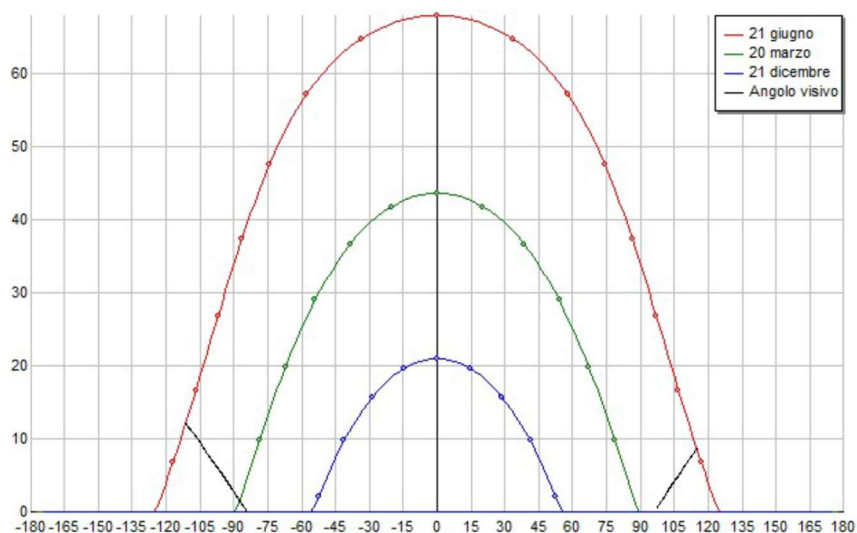
| Tabella di radiazione solare sul piano orizzontale | | |
|--|---|-------------------------------------|
| Mese | Totale giornaliero [MJ/m ²] | Totale mensile [MJ/m ²] |
| gennaio | 1.9 | 61.0 |
| febbraio | 2.7 | 76.9 |
| Marzo | 3.5 | 109.4 |
| Aprile | 5.3 | 159.6 |
| Maggio | 6.7 | 206.2 |
| Giugno | 7.1 | 211.7 |
| Luglio | 6.8 | 211.6 |
| Agosto | 6.2 | 193.6 |
| settembre | 5.1 | 153.6 |
| Ottobre | 3.4 | 104.9 |
| novembre | 1.9 | 59 |
| dicembre | 1.4 | 43.9 |

6. ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da moduli fotovoltaici (detti generatori) distribuiti su tutta la superficie su apposite strutture fisse a due file, ogni file è distanziata circa 5,00 m l'una dall'altra. L'inclinazione e l'esposizione dei moduli è omogenea per tutto l'impianto. Si è optato per l'utilizzo di 7 inverter di taglia da 320kW di potenza accolti da una cabina utente insieme ai quadri e alle apparecchiature a corredo.

Le stringhe dei moduli fotovoltaici sono state configurate e la relativa disposizione è stata riportata nella seguente relazione, in fase esecutiva saranno valutate eventuali modifiche se si renderanno necessarie. Inoltre la produzione di energia è condizionata anche dal fattore di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare che nel caso in esame si può ritenere nullo.

Diagramma di ombreggiamento



Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Venticano (AV) avente latitudine **41.080378° N**, **longitudine 14.927378° E** e altitudine di 230 m.s.l.m.m., i valori dell'irradiazione solare sul piano orizzontale sono pari a:

Radiazione solare globale giornaliera media mensile (Rggmm), su superficie orizzontale

| Mese | Ostacolo | Rggmm su sup.orizz. | |
|-----------|----------|---------------------|--------------------|
| Gennaio | assente | 1.57 | kWh/m ² |
| Febbraio | assente | 2.33 | kWh/m ² |
| Marzo | assente | 3.44 | kWh/m ² |
| Aprile | assente | 4.84 | kWh/m ² |
| Maggio | assente | 5.79 | kWh/m ² |
| Giugno | assente | 6.58 | kWh/m ² |
| Luglio | assente | 6.85 | kWh/m ² |
| Agosto | assente | 6.07 | kWh/m ² |
| Settembre | assente | 4.36 | kWh/m ² |
| Ottobre | assente | 3.00 | kWh/m ² |
| Novembre | assente | 1.84 | kWh/m ² |
| Dicembre | assente | 1.46 | kWh/m ² |

Fonte dati: (Enea – Atlante italiano della radiazione solare)

Radiazione globale giornaliera media mensile (Rggmm), al suolo, su superficie inclinata

| Mese | Ostacolo | Rggmm su sup.incl. | |
|-----------|----------|--------------------|--------------------|
| Gennaio | assente | 1.92 | kWh/m ² |
| Febbraio | assente | 2.67 | kWh/m ² |
| Marzo | assente | 3.71 | kWh/m ² |
| Aprile | assente | 4.94 | kWh/m ² |
| Maggio | assente | 5.65 | kWh/m ² |
| Giugno | assente | 6.29 | kWh/m ² |
| Luglio | assente | 6.62 | kWh/m ² |
| Agosto | assente | 6.10 | kWh/m ² |
| Settembre | assente | 4.61 | kWh/m ² |
| Ottobre | assente | 3.39 | kWh/m ² |
| Novembre | assente | 2.20 | kWh/m ² |
| Dicembre | assente | 1.83 | kWh/m ² |

Fonte dati: (Enea – Atlante italiano della radiazione solare)

Radiazione globale giornaliera media mensile (Rggmm), al suolo, su superficie normale

| Mese | Rggmm su sup.norm. | |
|-----------|--------------------|--------------------|
| Gennaio | 2.69 | kWh/m ² |
| Febbraio | 3.55 | kWh/m ² |
| Marzo | 4.75 | kWh/m ² |
| Aprile | 6.31 | kWh/m ² |
| Maggio | 7.30 | kWh/m ² |
| Giugno | 8.35 | kWh/m ² |
| Luglio | 8.88 | kWh/m ² |
| Agosto | 8.08 | kWh/m ² |
| Settembre | 5.98 | kWh/m ² |
| Ottobre | 4.50 | kWh/m ² |
| Novembre | 3.04 | kWh/m ² |
| Dicembre | 2.66 | kWh/m ² |

Fonte dati: (Enea – Atlante italiano della radiazione solare)

Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:

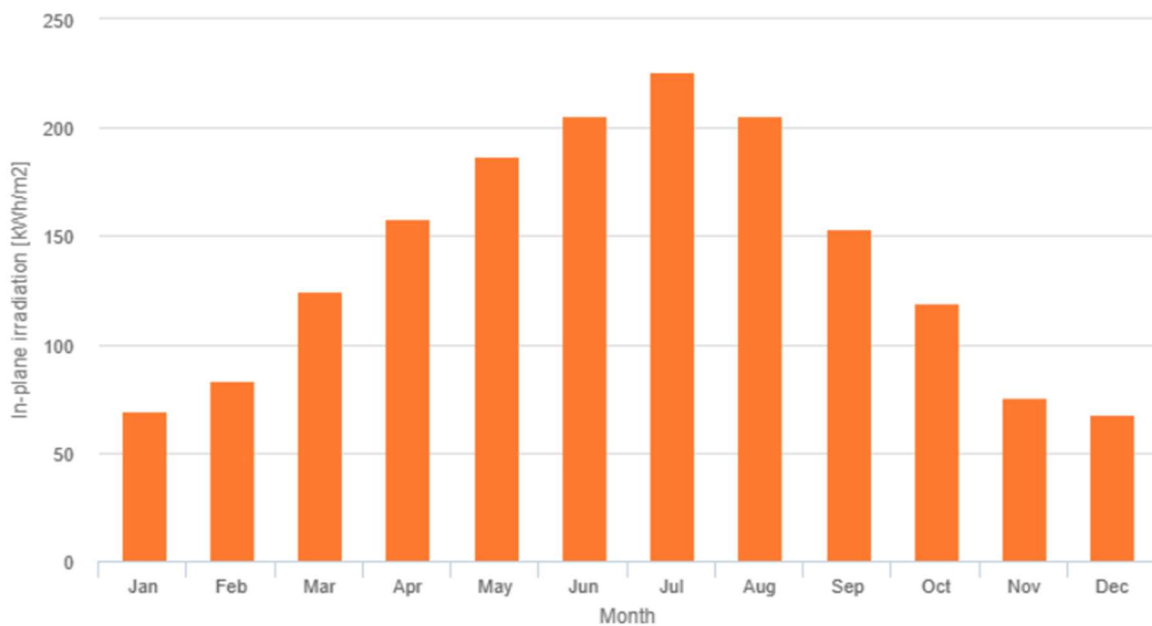


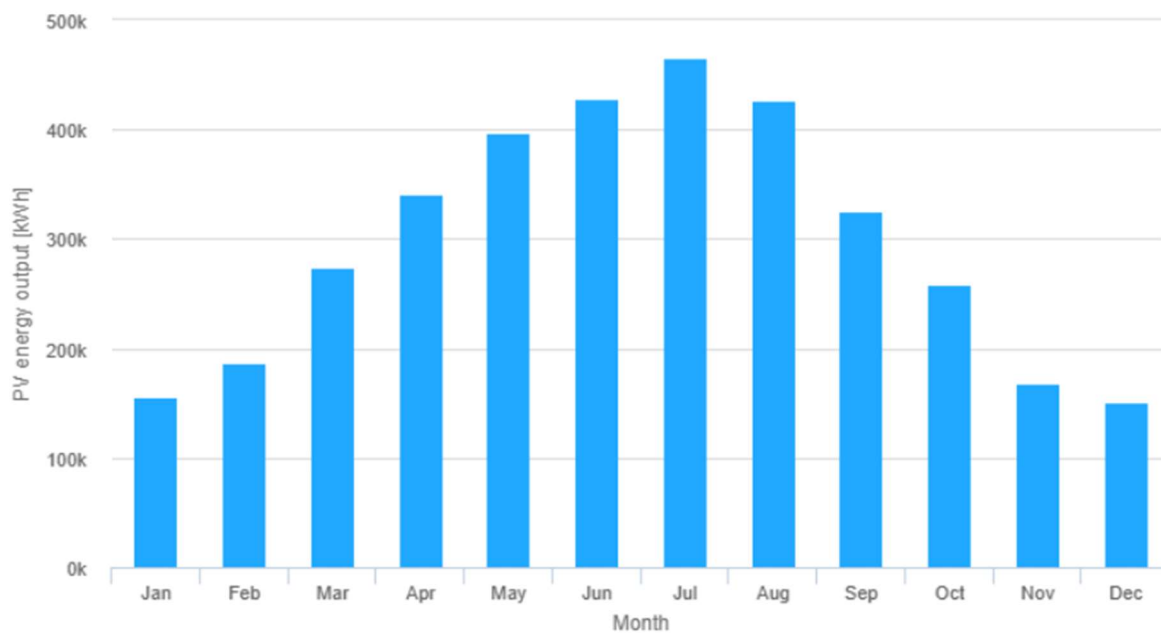
Fig. 1: Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]- (Fonte dati: PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM)

Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1.676,24 kWh/m²** (fonte dati: PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM).

7. Produzione attesa

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati PVGIS-SARAH relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano scelto. Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Venticano (AV) avente latitudine **41.080378° N**, **longitudine 14.927378° E** e altitudine di 230 m.s.l.m.m, i valori medi annui della irradiazione solare sul piano scelto Angolo inclinazione 30 ° (ottimizzato) sono pari a circa 1.676,24 kWh/m². La produzione annuale attesa, tenendo un errore di calcolo e di perdite di sistema (circa 14%), è di circa 3575020.23 kWh.

Monthly energy output from fix-angle PV system:



Di Seguito la configurazione delle stringhe per cabina e per inverter

Castel del Lago 2653,56 kWp

| | | STRINGHE | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|---------|--|--|--|
| | | CAMPO 1 | | | | | | | | | | CAMPO 2 | | | | | | | |
| N. Inverter | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | |
| Señale inverter | | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | 320 | | | | |
| Potenza inverter kW | | 630 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Potenza moduli Wp | | 378.000 | 378.000 | 378.000 | 378.000 | 379.260 | 381.150 | 381.150 | 378.000 | 378.000 | 378.000 | 378.000 | 379.260 | 381.150 | 381.150 | | | | |
| Wp inverter | | 630 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| MPPT | Ingressi | n° Stringa | n° moduli | n° Stringa | n° moduli | n° Stringa | n° moduli | n° Stringa | n° moduli | n° Stringa | n° moduli | n° Stringa | n° moduli | n° Stringa | n° moduli | | | | |
| 1 | 1 | 1 | 25 | 1 | 25 | 1 | 25 | 1 | 25 | 1 | 26 | 1 | 26 | 1 | 26 | | | | |
| 1 | 2 | 2 | 25 | 2 | 25 | 2 | 25 | 2 | 25 | 2 | 26 | 2 | 26 | 2 | 26 | | | | |
| 2 | 3 | 3 | 25 | 3 | 25 | 3 | 25 | 3 | 25 | 3 | 25 | 3 | 26 | 3 | 26 | | | | |
| 2 | 4 | 4 | 25 | 4 | 25 | 4 | 25 | 4 | 25 | 4 | 25 | 4 | 26 | 4 | 26 | | | | |
| 3 | 5 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 25 | 5 | 26 | 5 | 26 | | | | |
| 3 | 6 | 6 | 25 | 6 | 25 | 6 | 25 | 6 | 25 | 6 | 25 | 6 | 25 | 6 | 25 | | | | |
| 4 | 7 | 7 | 25 | 7 | 25 | 7 | 25 | 7 | 25 | 7 | 25 | 7 | 25 | 7 | 25 | | | | |
| 4 | 8 | 8 | 25 | 8 | 25 | 8 | 25 | 8 | 25 | 8 | 25 | 8 | 25 | 8 | 25 | | | | |
| 5 | 9 | 9 | 25 | 9 | 25 | 9 | 25 | 9 | 25 | 9 | 25 | 9 | 25 | 9 | 25 | | | | |
| 5 | 10 | 10 | 25 | 10 | 25 | 10 | 25 | 10 | 25 | 10 | 25 | 10 | 25 | 10 | 25 | | | | |
| 6 | 11 | 11 | 25 | 11 | 25 | 11 | 25 | 11 | 25 | 11 | 25 | 11 | 25 | 11 | 25 | | | | |
| 6 | 12 | 12 | 25 | 12 | 25 | 12 | 25 | 12 | 25 | 12 | 25 | 12 | 25 | 12 | 25 | | | | |
| 7 | 13 | 13 | 25 | 13 | 25 | 13 | 25 | 13 | 25 | 13 | 25 | 13 | 25 | 13 | 25 | | | | |
| 7 | 14 | 14 | 25 | 14 | 25 | 14 | 25 | 14 | 25 | 14 | 25 | 14 | 25 | 14 | 25 | | | | |
| 8 | 15 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | 15 | 25 | | | | |
| 8 | 16 | 16 | 25 | 16 | 25 | 16 | 25 | 16 | 25 | 16 | 25 | 16 | 25 | 16 | 25 | | | | |
| 9 | 17 | 17 | 25 | 17 | 25 | 17 | 25 | 17 | 25 | 17 | 25 | 17 | 25 | 17 | 25 | | | | |
| 9 | 18 | 18 | 25 | 18 | 25 | 18 | 25 | 18 | 25 | 18 | 25 | 18 | 25 | 18 | 25 | | | | |
| 10 | 19 | 19 | 25 | 19 | 25 | 19 | 25 | 19 | 25 | 19 | 25 | 19 | 25 | 19 | 25 | | | | |
| 10 | 20 | 20 | 25 | 20 | 25 | 20 | 25 | 20 | 25 | 20 | 25 | 20 | 25 | 20 | 25 | | | | |
| 11 | 21 | 21 | 25 | 21 | 25 | 21 | 25 | 21 | 25 | 21 | 25 | 21 | 25 | 21 | 25 | | | | |
| 11 | 22 | 22 | 25 | 22 | 25 | 22 | 25 | 22 | 25 | 22 | 25 | 22 | 25 | 22 | 25 | | | | |
| 12 | 23 | 23 | 25 | 23 | 25 | 23 | 25 | 23 | 25 | 23 | 25 | 23 | 25 | 23 | 25 | | | | |
| 12 | 24 | 24 | 25 | 24 | 25 | 24 | 25 | 24 | 25 | 24 | 25 | 24 | 25 | 24 | 25 | | | | |
| Moduli CAMPO 1 e CAMPO 2 | | 600 | 600 | 600 | 600 | 602 | 605 | 605 | 3.002 | | | | | | | 1.210 | | | |
| | | 4.212 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Stringhe CAMPO 1 e CAMPO 2 | | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 24 | 120 | | | | | | | 48 | | | |
| | | 168 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Potenza CAMPO 1 e CAMPO 2 Wp | | 378.000 | 378.000 | 378.000 | 378.000 | 379.260 | 381.150 | 381.150 | 1.891.260 | | | | | | | 762.300 | | | |
| | | 2.653.560 | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Potenza totale inverter kW | | 1.600,0 | | | | | | | | | | 640,0 | | | | | | | |
| | | 2.240,0 | | | | | | | | | | | | | | | | | |

8. STRUTTURE DI FISSAGGIO

La realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra richiede una **struttura di supporto robusta** e ben ancorata per garantire la stabilità e la durata nel tempo dei moduli. La configurazione a **2 file verticali** è una delle soluzioni più diffuse e ottimizzate per l'uso efficiente dello spazio e la gestione delle ombre.

Descrizione Generale del Sistema

Il sistema di supporto a terra per moduli fotovoltaici con configurazione "**due file verticali**" (**2V**) e fondazione a **battipalo** è una delle soluzioni più diffuse e consolidate per la realizzazione di grandi parchi fotovoltaici o impianti su aree non edificate (campi, discariche bonificate, aree industriali dismesse, ecc.).

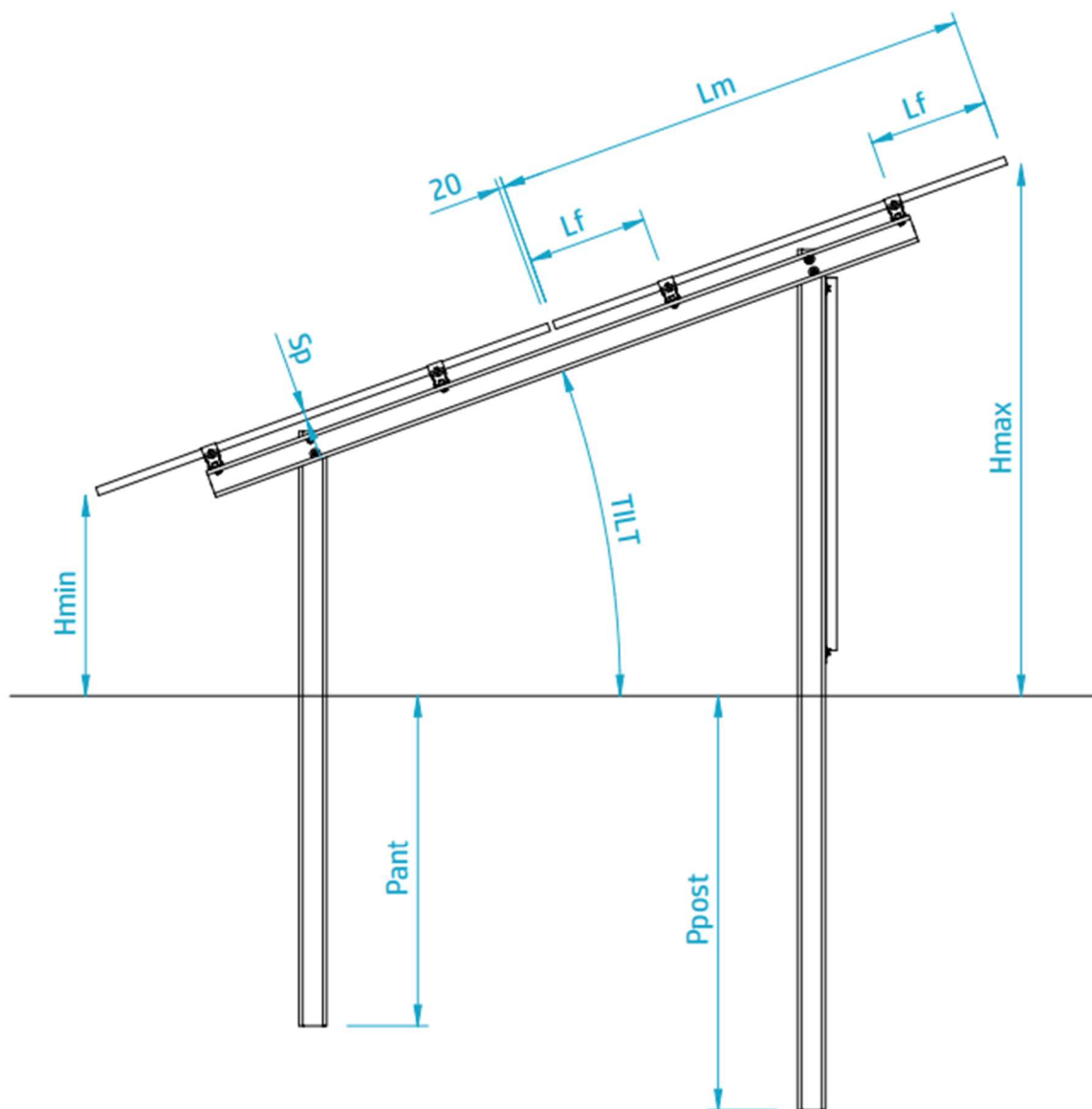
- **Configurazione 2V (Two-in-Portrait):** Indica che due moduli fotovoltaici sono montati uno sopra l'altro (in verticale o "portrait") su una singola struttura di sostegno. Questa configurazione ottimizza l'uso della superficie riducendo la distanza tra le file (interasse) rispetto a una configurazione a fila singola verticale (1V) o orizzontale.
- **Infissione a Battipalo (Piled Foundation):** Rappresenta il metodo di fondazione. Anziché utilizzare plinti in cemento armato, si impiegano pali metallici (solitamente in acciaio) che vengono battuti o pressati direttamente nel terreno.

Dettagli Strutturali e Componenti

La struttura è tipicamente composta dai seguenti elementi in acciaio (spesso zincato a caldo o con rivestimento Zinco-Magnesio per resistenza alla corrosione, e viteria in acciaio inox):

| Componente | Descrizione | Funzione Principale |
|---------------------------|---|---|
| Pali di Fondazione | Profili in acciaio (tipo H, IPE, o profili speciali a C/Omega) infissi nel terreno. | Ancoraggio e trasferimento dei carichi al suolo. Spesso si usa una configurazione bipalo (un palo anteriore e uno posteriore per ogni traliccio) per maggiore stabilità. |
| Tramezzi/Traverse | Elementi orizzontali in acciaio che collegano i pali di fondazione. | Supporto rigido per le guide portamoduli e stabilizzazione della struttura. |
| Guide Portamoduli | Profili in alluminio o acciaio (fissati ai tramezzi) su cui vengono montati i moduli. | Sostegno diretto dei moduli fotovoltaici. |
| Morsetti | Elementi di fissaggio in alluminio (intermedi e terminali). | Ancoraggio meccanico dei moduli alle guide. |





| Dimensione | Descrizione |
|------------|---|
| Ltot | Lunghezza totale della struttura |
| INT. | Interasse dei supporti |
| Lm | Lunghezza del modulo |
| Lf | Distanza dal bordo del morsetto fermapannello |
| Sp | Spessore del modulo |

| Dimensione | Descrizione |
|------------|--|
| Hmin | Altezza minima da terra del modulo |
| Hmax | Altezza massima da terra del modulo |
| TILT | Angolo di inclinazione del modulo |
| Pant | Profondità di infissione del palo anteriore |
| Ppost | Profondità di infissione del palo posteriore |

Vantaggi della Struttura Bipalo

La configurazione **bipalo** (due pali per ogni traliccio/ripetizione) è spesso preferita per le strutture 2V in quanto:

- Garantisce una maggiore **resistenza ai carichi verticali e orizzontali** (vento e neve), distribuendo lo sforzo su due punti di ancoraggio.
- Aumenta la **stabilità torsionale** della struttura.

Vantaggi dell'Infissione a Battipalo

L'utilizzo del battipalo come sistema di fondazione offre numerosi vantaggi rispetto ai tradizionali plinti in cemento:

- **Velocità e Semplicità di Installazione:** L'infissione è un processo meccanizzato rapido. Questo riduce significativamente i tempi di cantiere.
- **Costi Ridotti:** Non sono necessari scavi, casseforme, getti di calcestruzzo o tempi di maturazione.
- **Impatto Ambientale Minimo:** Non si utilizza cemento e l'intervento sul suolo è localizzato e reversibile, aspetto cruciale per l'autorizzazione in aree agricole o protette. Al termine della vita utile, i pali possono essere rimossi con relativa facilità.
- **Adattabilità al Terreno:** È efficace su terreni con buone caratteristiche meccaniche, superando dislivelli moderati con la variazione dell'altezza di infissione.

Aspetti Critici e Progettazione

La corretta progettazione è fondamentale e deve considerare i seguenti elementi:

a) Caratteristiche Geotecniche del Terreno

- È imprescindibile una **campagna geognostica** per valutare la tipologia del suolo, la sua stratigrafia, e la sua capacità portante. Terreni molto rocciosi, saturi d'acqua o con scarsa coesione (es. sabbie sciolte) possono rendere l'infissione difficile o inefficace.
- La **profondità di infissione** deve essere calcolata per garantire la stabilità strutturale contro sfilamento e ribaltamento in base ai carichi di progetto.

b) Carichi di Progetto (Normativa)

La struttura deve essere dimensionata secondo gli **Eurocodici** (in Italia, le **NTC** - Norme Tecniche per le Costruzioni) per resistere a:

1. **Carichi Permanenti:** Peso proprio della struttura e dei moduli.
2. **Carichi Variabili:**
 - **Carico del Vento:** Il più critico. Il dimensionamento considera la velocità di riferimento, l'altezza dal suolo, la classe di esposizione e i coefficienti di forma (aerodinamici), generando spinte e depressioni.
 - **Carico della Neve:** Rilevante nelle aree montane, dipende dalla zona geografica e dall'inclinazione (TILT) della struttura.

c) Geometria e Layout (2V)

- **Altezza da Terra:** L'altezza minima del bordo inferiore dei moduli deve essere sufficiente a evitare ombreggiamenti da vegetazione, accumulo di neve e a facilitare lo sfalcio/manutenzione.
- **Inclinazione (TILT):** L'angolo di inclinazione ottimale (tipicamente tra 15° e 30° in Italia) è calcolato per massimizzare l'irraggiamento solare annuale.

- **Interasse (INT):** La distanza tra le file consecutive è cruciale. Deve essere calcolata per evitare l'**ombreggiamento** tra una fila e l'altra (soprattutto nel periodo invernale con il sole più basso), bilanciando l'efficienza energetica con l'ottimizzazione della superficie occupata.

Pull-Out Test (POT)

Il **Pull-Out Test (POT)**, o prova di trazione su pali, è un'indagine geotecnica **fondamentale** che viene eseguita **in sito** (sul campo) prima della progettazione definitiva dell'impianto.

Scopo Principale

Lo scopo principale del POT è **verificare l'effettiva capacità di resistenza all'estrazione (o sfilamento)** dei pali di fondazione infissi nel terreno.

Perché è Cruciale?

L'impianto fotovoltaico, per via della sua estesa superficie, è soggetto a **forti sollecitazioni dinamiche**, in particolare l'**effetto vela** causato dal **vento** e il carico dovuto alla **neve**. Queste forze (soprattutto il vento) generano **trazioni verticali** (sollevamento) e **spinte orizzontali** (flessione laterale) sui pali.

I test sul campo permettono di:

- **Determinare** la massima forza di trazione che il palo può sopportare prima di sfilarsi o subire uno spostamento eccessivo.
- **Ottimizzare** la **profondità di infissione** e la **tipologia/geometria** dei profili di fondazione, evitando sia sottodimensionamenti pericolosi che sovradimensionamenti antieconomici.
- **Validare** i calcoli teorici di progetto con dati empirici specifici per le condizioni reali del sottosuolo.

Tipologie di Prove POT

Le prove Pull-Out non si limitano solo alla trazione verticale, ma includono anche:

- **Test a carico di Trazione Verticale:** Misura la forza necessaria per estrarre il palo, simulando il sollevamento dovuto all'effetto vela.
- **Test a carico di Trazione Orizzontale (o Carico Laterale):** Valuta la resistenza laterale del palo, simulando la spinta del vento.
- **Test di Compressione Verticale:** Verifica la capacità del terreno di sopportare i carichi verticali (peso della struttura e carico neve) per prevenire cedimenti.

Durante la prova, viene applicato un **carico crescente** al palo tramite un martinetto idraulico o attrezzatura specifica e vengono registrati gli **spostamenti** (in millimetri) del palo corrispondenti a ogni incremento di carico, utilizzando comparatori centesimali. I risultati vengono poi analizzati per definire i coefficienti di sicurezza accettabili e l'idoneità finale della soluzione di fondazione.

Fasi di Installazione Tipiche

1. **Preparazione del Sito:** Pulizia del terreno e tracciamento preciso delle coordinate dei pali.
2. **Infissione dei Pali:** Utilizzo di un **battipalo** o perforatrice con testa battente (spesso a controllo GPS) per infiggere i pali alla profondità di progetto. Vengono tollerate minime variazioni di planarità.

3. Processo di Infissione:

- a) Tracciamento e Mappatura: Il terreno viene mappato con precisione per definire i punti esatti di infissione dei pali.
- b) Macchina Battipalo: Si utilizzano macchine battipalo cingolate Shutterstock dotate di martello idraulico a percussione o vibrante.
- c) Infissione: Il palo in acciaio, che può avere sezioni a "C", doppia "C", o a profilo aperto/chiuso a seconda delle specifiche strutturali, viene posizionato e infisso nel terreno. La profondità di infissione è determinata dal calcolo strutturale, tenendo conto del tipo di terreno e dei carichi (vento, neve) per garantire la massima resistenza allo sfilamento e al ribaltamento.
- d) Livellamento e Fissaggio: Una volta infissi i pali, vengono applicati gli elementi orizzontali (travi o puntoni) e i profili su cui verranno poi fissati i moduli fotovoltaici tramite morsetti.



4. **Montaggio della Struttura Secondaria:** Fissaggio dei tramezzi e delle guide portamoduli sui pali infissi, spesso con sistemi a bulloneria regolabile per compensare eventuali piccole imprecisioni di battitura.
5. **Montaggio dei Moduli:** Fissaggio dei moduli (due in verticale) sulle guide tramite morsetti intermedi e terminali.



Conclusioni

La struttura a terra 2V con fondazione a battipalo rappresenta una soluzione estremamente **efficiente** in termini di rapidità di realizzazione e costi logistici, pur garantendo la **solidità e sicurezza** necessarie per resistere ai carichi ambientali più avversi. La chiave del successo risiede in un'attenta **analisi geotecnica** preliminare e un **dimensionamento strutturale** conforme alle normative vigenti, in particolare per la verifica al vento.

9. GENERATORE

L'impianto fotovoltaico di potenza nominale pari a 2.653,56 kWp realizzato a terra su terreno agricolo che rientra in una determinata "solar belt" (area idonea) individuato catastalmente nel comune di Venticano (AV) al foglio di mappa 2, particelle 11-12-13-14-15-19-20-21-22-23-24-213-214-215-237-238-239-240-241-261-262-263-307-308-309-516-517-518-661-662-663-664-665-666-809, sarà installato su sito (vedi riferimenti di progetto), e verrà collegato alla Rete E-distribuzione tramite realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna, mediante cavo MT interrato AL 185mmq, alla Cabina secondaria PIP CASTEL LAGO DN40-2-306465.

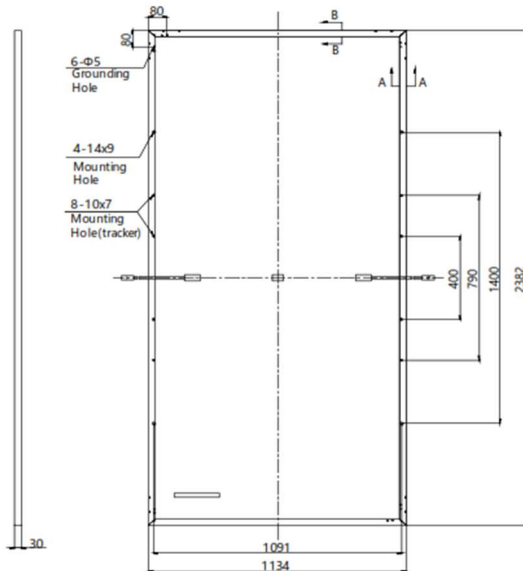
L'impianto, che entrerà in esercizio a seguito di nuova costruzione, sarà individuato da un unico punto di connessione alla rete elettrica in uscita dal gruppo di conversione, rispetto al quale è stata presentata domanda al gestore di rete per la connessione, accettato il preventivo di connessione pervenuto, elaborato il progetto definitivo per la connessione, validazione del gestore di rete del progetto.

Inoltre, i sistemi di misura dell'energia elettrica prodotta saranno collocati all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in alternata.

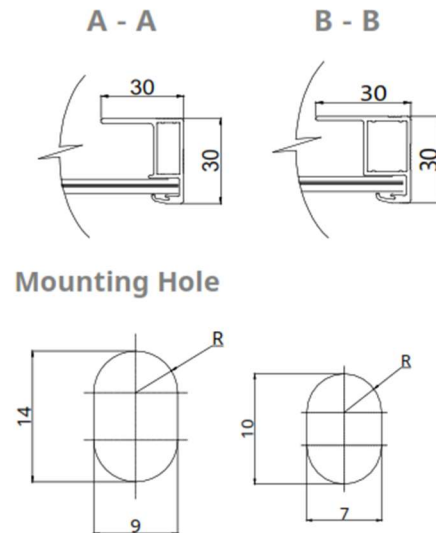
Il generatore è composto da n° 4.212 moduli dalla potenza nominale di 630 wp del tipo silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

ENGINEERING DRAWING (mm)

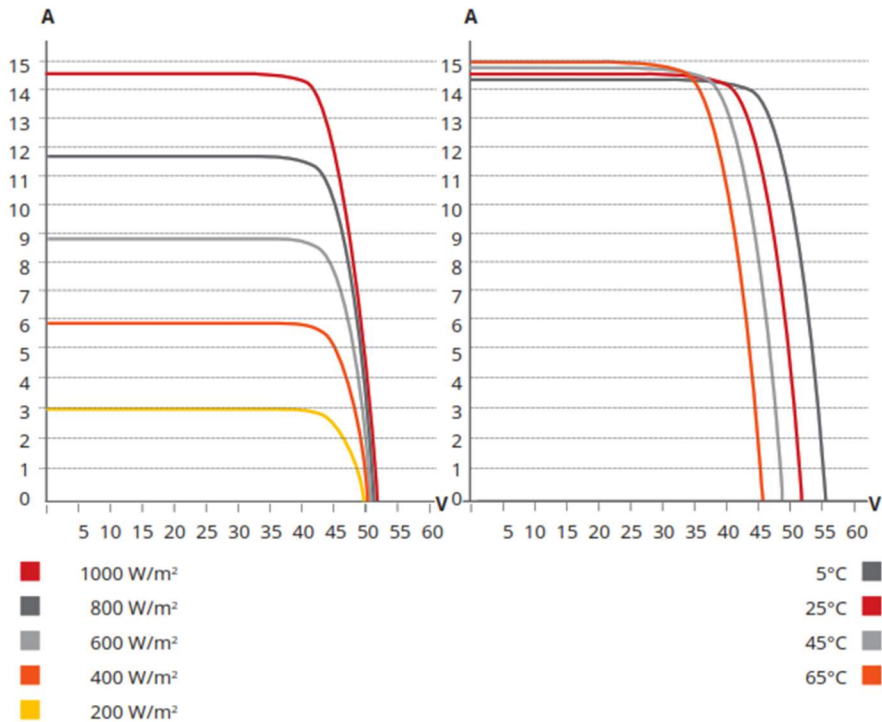
Rear View



Frame Cross Section



CS6.1-72TD-600 / I-V CURVES



I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

Ogni serie di moduli è munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

10. GRUPPO DI CONVERSIONE

Sono previsti inverter statici senza trasformatore, con elevato fattore di rendimento, in grado di seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico sulla curva I-V (funzione MPPT) e di costruire un'onda sinusoidale in uscita con tecnica PWM, in modo da contenere l'ampiezza delle armoniche entro i valori stabilite dalle norme.

Le uscite dell'inverter sono collegate, fase per fase, alle sbarre colletttrici di bassa tensione del trasformatore.

Gli inverter - collocati in appositi vani nella cabina di conversione - presentano grado di protezione, secondo le norme DIN-EN 60529 e successive, IP 68. La cabina di conversione presenta grado di protezione IP33, le connessioni esterne realizzate con connettori unipolari per la sezione DC e multipolare per quella AC hanno grado IP65.

L'inverter è predisposto per un sistema di monitoraggio locale e presenta un'interfaccia RS-485 per essere collegato al sistema di monitoraggio e acquisizione dati dell'impianto.

Le uscite c.a. dell'inverter confluiscono verso un quadro elettrico di protezione e manovra a 3/800 V (quadro fotovoltaico), contenente le funzioni di sezionamento.

Caratteristiche generali:

| | |
|-----------------------------------|----------------------|
| Tipo di funzionamento: | In parallelo rete |
| Tipo di conversazione: | Commutazione forzata |
| Protezione involucro: | IP 20 |
| Temperatura di lavoro: | -20 °C - +50 °C |
| Comunicazione dati, monitoraggio: | RS-485 |
| Connessioni elettriche: | Connettori |

Caratteristiche sezione c.a.:

| | |
|------------------------------|-----------------------|
| Tensione nominale lato c.a.: | 3/800 V |
| Potenza nominale lato c.a.: | 320 kW |
| Forma d'onda lato c.a.: | sinusoidale (PWM) |
| Fattore di potenza: | 1 |
| Armoniche lato c.a.: | EN 61000-3-2, EN 6055 |
| Rendimento massimo: | 98,6% |
| Euro-Eta: | 98,4% |

Caratteristiche sezione c.c.:

Tensione nominale lato c.c.: 1080 V
 Tensione massima lato c.c.: 1500 V
 Corrente massima lato c.c.: 12x40 A
 Ripple lato c.c.: < 3 %

Protezione di interfaccia:

Frequenza min/max: 49,7/50,3 Hz
 Tensione min/max: 0,8/1,2 Vn

Protezioni elettriche:

Protezione di corto circuito lato AC
 Protezione di sovratensione lato DC
 Protezione differenziale lato AC
 Tensione min/max: 0,8/1,2 Vn

Guasto interno:

Disconnessione automatica dalla rete elettrica

Garanzie e certificazioni:

garanzia sul prodotto: 2 anni

Verifiche elettriche Generico MPPT del convertitore per Tabella Stringhe Allegata

| CARATTERISTICHE MODULO | | | |
|--------------------------------------|------------------------|-------------------|----------------------------------|
| Vm = 45.20 V | Voc = 53.0 V | Vmax = 1 500.00 V | Temp. Coeff. Voc = -2500 %/°C |
| CARATTERISTICHE INGRESSO MPPT | | | |
| VMppt min = 500.00 V | VMppt max = 1 300.00 V | Vmax = 1 500.00 V | Imax = 40.00 A |
| DATI GENERATORE | | | |
| | | | |

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (70 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze:

| TENSIONI MPPT | |
|--|-------------------|
| V _m a 70 °C (865.76 V) maggiore di V _{mppt} min. (500.00 V) | VERIFICATO |
| V _m a -10 °C (1 175.20 V) minore di V _{mppt} max. (1 500.00 V) | VERIFICATO |

| TENSIONE MASSIMA | |
|---|-------------------|
| V _{oc} a -10 °C (1 378.00 V) inferiore alla tensione max. dell'ingresso MPPT (1500.00 V) | VERIFICATO |

| TENSIONE MASSIMA MODULO | |
|--|-------------------|
| V _{oc} a -10 °C (53 V) inferiore alla tensione max. di sistema del modulo (1500.00 V) | VERIFICATO |

| CORRENTE MASSIMA | |
|--|-------------------|
| Corrente max. generata (27.88 A) inferiore alla corrente max. dell'ingresso MPPT (40.00 A) | VERIFICATO |

11. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

I dispositivi di manovra e protezione in BT utilizzati per l'impianto devono soddisfare le norme CEI EN 60947-2. I quadri di BT devono essere conformi alle norme CEI EN 60439.

I quadri MT devono soddisfare le norme CEI EN 62271-200; IEC 62271-200. In entrambi i casi tutte le apparecchiature impiegate dovranno essere rispettati i requisiti richiesti dalla legislazione vigente in materia di sicurezza elettrica e di prevenzione degli infortuni sul lavoro.

Gli apparati in campo lato CC come gli inverter e le cassette di distribuzione dislocate in campo, sono muniti di protezioni dai contatti diretti mediante barriere (schermi in plexiglass) posti davanti alle parti attive (morsettiere, capicorda, ecc.). La protezione dai contatti indiretti viene garantita mediante il collegamento equipotenziale delle masse metalliche all'impianto di messa a terra.

L'impianto di messa a terra risulterà essere unico per tutti i sottocampi.

La protezione delle stringhe dei pannelli fotovoltaici è garantita da fusibili dimensionati considerando una tensione nominale ridotta. I fusibili possono essere anche considerati come dispositivi di sezionamento a vuoto, poiché una volta estratta la cartuccia garantiscono il sezionamento del polo del circuito su cui sono installati (IEC TS 62257-7-1).

Il circuito AC in uscita dagli inverter (BT) sono protetti da interruttori automatici ad uso industriale con soglie termiche e magnetiche regolabili. Ad esso sarà collegato il cavo di ricalzo, che garantisce l'apertura in caso di mancato intervento del Dispositivo Generale.

12.CABLAGGI

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati in rame con le seguenti prescrizioni:

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC.
- Tipo FG21 se in esterno o FG7 se in cavidotti su percorsi interrati.
- Tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici.

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL.

Per non compromettere la sicurezza di chi opera sull'impianto durante la verifica o l'adeguamento o la manutenzione, i conduttori avranno la seguente colorazione:

- Conduttori di protezione: giallo-verde (obbligatorio)
- Conduttore di neutro: blu chiaro (obbligatorio)
- Conduttore di fase: grigio / marrone
- Conduttore per circuiti in C.C.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" o colore rosso e del negativo con "-" o colore nero.

Come è possibile notare dalle prescrizioni sopra esposte, le sezioni dei conduttori degli impianti fotovoltaici sono sicuramente sovradimensionate per le correnti e le limitate distanze in gioco.

Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

Connessione tra i moduli

I pannelli fotovoltaici sono generalmente già dotati di scatola di giunzione stagna e non apribile; in uscita dalla scatola sono collegati i cavi di lunghezza opportuna, terminati con spine di tipo MULTI-CONTACT. I collegamenti elettrici della singola stringa saranno realizzati utilizzando questi stessi cavi, già in dotazione ai pannelli fotovoltaici. I cavi tra i moduli a formare le stringhe saranno posati opportunamente e fissati alla struttura tramite fascette.

Quadri elettrici

Quadro di campo lato corrente continua: non si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore poiché ogni inverter è dotato di wiring box lato DC che assolve tutte le funzioni di protezione e sezionamento previste lato DC.

Quadro di parallelo lato corrente alternata: si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata a valle dei convertitori statici per la protezione, la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter.

13.SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, permette di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le caratteristiche tecniche (Tensione, corrente, potenza etc.) di ciascun inverter. È possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

Tramite il sensore di irraggiamento e temperatura, determina la resa prevista dell'impianto e la confronta alla resa effettiva registrata dall'inverter.

14.CABINA DI TRASFORMAZIONE

La cabina di trasformazione sarà a struttura monoblocco del tipo SG2092 composta da un unico vano che conterrà il quadro generale in BT, il trasformatore elevatore di tensione BT/MT e gli organi di comando e protezione MT contenuti negli appositi scomparti, come rappresentato negli elaborati grafici allegati alla presente.

Il quadro generale BT conterrà la protezione di interfaccia (CEI 0- 16), quella di rinalzo e le protezioni delle linee che alimenteranno le utenze del produttore. All'interno della cabina di trasformazione è prevista anche l'installazione del gruppo di misura dell'energia prodotta (M2).

Si precisa che il quadro generale BT, ubicato nella cabina di trasformazione, è stato dimensionato per contenere anche le protezioni delle utenze del CAAB che in futuro saranno collegate al nuovo punto di connessione.

La cabina prevista è di tipo prefabbricato, pertanto non necessita di fondazioni in cemento. La cabina è dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice, alimentate da apposito quadro BT installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 20kV, guanti di protezione 20kV, estintore ecc.). Il sostegno dei circuiti ausiliari dei quadri per la sicurezza e per il funzionamento continuativo dei sistemi di protezione elettrica avverrà da gruppi di continuità (UPS) installati in loco.

13.1 Quadro di Media Tensione

Il Quadro di Media Tensione sarà completamente assemblato in fabbrica e certificato, conforme alle IEC 62271-200, sistema SM6. Il sistema SM6 è composto da unità di tipo modulare compatte ad isolamento in aria, equipaggiate con apparecchiature di interruzione e sezionamento isolate in SF6.

Esso avrà le seguenti caratteristiche elettriche:

- Tensione di esercizio: 20kV
- Tensione Nominale: 24kV
- Tensione di Isolamento a f.i. 50Hz 1': 50kV
- Corrente Nominale: 630°
- Corrente di breve durata: 12,5kA
- Corrente limite dinamica: 40kA

Il quadro sarà realizzato dai seguenti moduli:

- N° 1 Scomparto M.T. "Unità di arrivo", o similare.
- N° 1 Scomparto M.T. "Unità interruttore con sezionatore e partenza cavo", o similare, contenente le seguenti apparecchiature:
 - interruttore isolato in SF6
 - sezionatore e sezionatore di terra a monte dell'interruttore
 - sezionatore di messa a terra a valle dell'interruttore
 - sistema di sbarre trifase
 - comando interruttore tipo RI
 - comando sezionatore tipo CS
 - indicatore di presenza tensione per 36 kV

- 2/3 trasformatori di corrente o in alternativa n° 3 trasformatori tipo LPCT
- contatti ausiliari sull'interruttore
- blocco a chiave sul sezionatore di linea in posizione di chiuso
- blocco a chiave sui sezionatori di messa a terra in posizione di chiuso
- blocco a chiave sull'interruttore in posizione di aperto
- cella BT 100 mm per 24 kV
- resistenza anticondensa 150 W per 36 kV
- LSC2A
- sistema di protezione e controllo con funzioni 50-51 e funzione omopolare 51N rispondente alla norma CEI 0-16, composto da: cassetto portastrumenti b.t., relè di protezione, n°3 trasformatori amperometrici, n°1 trasformatore toroidale chiuso;
- N° 3 trasformatori voltmetrici fase terra 20000:√3/100:3/100: √3 per rilievo tensione omopolare;

Il sistema comprenderà un gruppo di continuità tipo APC Smart-UPS RT 1000VA rack 2U o equivalente, con le seguenti caratteristiche: potenza di uscita 700 Watt/1000 VA; potenza configurabile max 700 Watt/1000 VA; tensione di uscita nominale 230V.

13.2 Trasformatore

Le funzioni svolte dal trasformatore sono essenzialmente due:

- Adeguamento del livello di tensione del circuito primario (uscita del ponte di conversione) con il valore richiesto dal carico;
- Separazione galvanica tra generazione fotovoltaica e utenza.

Viene impiegato 1 trasformatore da 2500 kVA ubicato nella cabina di trasformazione nell'apposito vano trasformatore.

Caratteristiche generali:

| | |
|---|-----------------------|
| Tensione lato MT: | 20 kV |
| Tensione lato BT: | 0,4/8 kV |
| Classe di isolamento primario: | 24 kV |
| Classe di isolamento secondario: | 1,1 kV |
| Temperatura ambiente – olio – rame: | 40° C – 60° C – 65° C |
| Tensioni nominali: | 20/0.27 kV |
| Regolatore a gradini: | 2x2,5% |
| Frequenza: | 50 Hz |
| Potenza Nominale: | 2500 kVA |
| Perdite di cortocircuito inferiori a: | 5.600 W |
| Perdite a vuoto inferiori a: | 900 W |
| Isolato in olio minerale | |
| Raffreddato con circolazione naturale d'aria (ONAN) a chiusura ermetica | |
| gruppo: | Dy11 |
| Rendimento a pieno carico a $\cos\phi$ 1: | 98,98 % |

Rendimento a pieno carico a $\cos\phi$ 0,9: 98,86 %

14. CABINA DI CONSEGNA

La cabina di consegna dell'energia in MT sarà del tipo prefabbricato conforme alla DG 2092 di Enel. Essa sarà composta da due locali:

- Locale misure, contenente i contatori dell'energia scambiata
- Locale del distributore di energia, contenente le apparecchiature MT di proprietà del distributore stesso.

La cabina sarà dotata di impianto di illuminazione ordinario e di emergenza, forza motrice per tutti i locali, alimentati da apposito quadro BT installato in loco, nonché di accessori normalmente richiesti dalle normative vigenti (schema del quadro, cartelli comportamentali, tappeti isolanti 20kV, guanti di protezione 20kV, estintore ecc.).

15. IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di protezioni contro le sovratensioni per mezzo di scaricatori di sovratensione di classe II.

È prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua solo nel caso di impianti monofase.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Le cornici dei moduli fotovoltaici saranno rese equipotenziali con la struttura metallica di sostegno mediante una corretta imbullonatura (utilizzo di rondelle a punta che rimuovono lo strato passivato sulle cornici) e collegate a terra attraverso un conduttore di protezione di opportuna sezione.

16. VERIFICHE TECNICO-FUNZIONALI E DOCUMENTAZIONE TECNICA

Le verifiche tecnico-funzionali sull'impianto consistono in un esame a vista e in un esame strumentale. L'esame a vista ha il fine di controllare che l'impianto sia stato realizzato secondo le norme CEI. In particolare deve accertare che i componenti siano conformi alle prescrizioni delle relative norme, scelti e messi in opera correttamente e non danneggiati visibilmente.

L'esame strumentale consisterà nel controllo dei seguenti punti:

- 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, ecc.);
- condizione: $P_{cc} > 0,85 P_{nom I} / ISTC$, dove:

- Pcc è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del 2%,
- Pnom è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento (in W/mq) misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del 3%;
- ISTC, pari a 1000 W/mq, è l'irraggiamento in condizioni standard;
- condizione: $P_{ca} > 0,9 P_{cc}$, dove:
- Pca è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione migliore del 2%;
- la condizione: $P_{ca} > 0,75 P_{nom} I / ISTC$.

Al termine dei lavori saranno emessi e rilasciati i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi manutentivi;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del Decreto 22 gennaio 2008 n. 37, articolo 2, lettera a e ss.mm.ii.;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate
- Documentazione di valutazione del rischio incendio, da presentare ai VVFF a corredo di apposita SCIA

17. RIFERIMENTI NORMATIVI

Si riportano di seguito le principali norme che regolano l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti fotovoltaici, precisando che restano valide le normative comuni a tutti gli impianti elettrici e qualsivoglia aggiornamento o nuova normativa:

- 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 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- 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 61000-3-12: Compatibilità elettromagnetica (EMC). Parte 3-12: Limiti – Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso >16 A e ≤ 75 A per fase.
- 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 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato.
- 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.
- UNI 8477: Energia solare. Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia. Valutazione dell'energia raggiante ricevuta.
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici.
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati; IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.
- CEI EN 62305-1: Protezione contro I fulmini. Parte 1: Principi generali.
- CEI EN 62305-2: Protezione contro I fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio.
- CEI EN 62305-3: Protezione contro I fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.
- CEI EN 62305-4: Protezione contro I fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme più recenti. La ditta esecutrice è tenuta all'osservanza delle leggi vigenti in materia di sicurezza del lavoro, alla valutazione dei rischi presenti e all'adozione di tutte le misure necessarie per garantire la sicurezza dei lavoratori, con particolare attenzione ai lavori in quota e ai lavori elettrici.

Le principali leggi di riferimento sono:

- D.Lgs 81/2008 Testo unico in materia di salute e sicurezza sul luogo di lavoro.

La ditta esecutrice durante l'installazione dovrà privilegiare le soluzioni tecnico/impiantistiche che riducano al minimo i rischi, in accordo con il committente.

Il tecnico



SCHEDE TECNICHE MODULI

Modulo TOPHiKu6-CS6.1-72 TD 630

DATI GENERALI

| | |
|----------------|--------------------------|
| Marca | Canadian Solar |
| Serie | TOPHiKu6 |
| Modello | CS6.172TD 630W |
| Tipo materiale | N-type TOPCon Technology |
| Prezzo | € 0.00 |

CARATTERISTICHE ELETTRICHE IN CONDIZIONI STC

| | |
|------------------|---------|
| Potenza di picco | 630.0 W |
| Imp | 13.94 A |
| Isc | 14.90 A |
| Efficienza | 23.3 % |
| Vmp | 45.2 V |
| Voc | 53.0 V |

ALTRE CARATTERISTICHE ELETTRICHE

| | |
|--------------------|------------|
| Coeff. Termico Voc | -0.25 %/°C |
| Coeff. Termico Isc | 0.05 %/°C |
| NOCT | 41±3 °C |
| Vmax | 1 500.00 V |

CARATTERISTICHE MECCANICHE

| | |
|------------|----------------------|
| Lunghezza | 2 382 mm |
| Larghezza | 1 134 mm |
| Superficie | 2.701 m ² |
| Spessore | 30 mm |
| Peso | 32.80 kg |

Numero celle

144

SCHEDE TECNICHE INVERTER

Inverter I.6038

DATI GENERALI

| | |
|-----------|--------------------------------|
| Marca | Sungrow Power Supply Co., Ltd. |
| Serie | SG350HX |
| Modello | SG320HX |
| Tipo fase | Trifase |
| Prezzo | € 0.00 |

INGRESSI MPPT

| N | VMppt min [V] | VMppt max [V] | V max [V] | I max [A] |
|----|---------------|---------------|-----------|-----------|
| 1 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |
| 2 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |
| 3 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |
| 4 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |
| 5 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |
| 6 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |
| 7 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |
| 8 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |
| 9 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |
| 10 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |
| 11 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |
| 12 | 500.00 | 1 500.00 | 1 500.00 | 40.00 |

Max pot. FV [W] 352 000

PARAMETRI ELETTRICI IN USCITA

Potenza nominale 528 000 W

| | |
|----------------------|-----------------|
| Tensione nominale | 800 V |
| Rendimento max | 99.01 % |
| Distorsione corrente | 3 % |
| Frequenza | 50,60 Hz |
| Rendimento europeo | 98.52 % |

CARATTERISTICHE MECCANICHE

| | |
|------------------|-------------------------|
| Dimensioni LxPxH | 1136 x 361 x 870 |
| Peso | 116.00 kg |