



REGIONE BASILICATA

COMUNE DI FERRANDINA (MT)



Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto Agrivoltaico, con sistema integrato per la coltivazione di piante officinali e la produzione di energia elettrica, delle opere e delle infrastrutture connesse, denominato CISTERNA 2, da realizzarsi in agro del comune di Ferrandina, di potenza pari a 19.981,92 Kwp

PROGETTO DEFINITIVO



Elaborato:

RELAZIONE DI CALCOLO PRELIMINARE
SUGLI IMPIANTI

Tavola:

CIS2-PDEF-REL-006

Data: Ottobre 2021

Scala:

| Rev | Data | Descrizione | Eseguito | Verificato | Approvato |
|-----|------|-------------|----------|------------|-----------|
| | | | | | |

Progettazione:



Proponente:

Ambra Solare 31 S.r.l.
Via Tevere 41 - 00198 Roma
C.F. e P.I. 16110281009
PEC: ambrasolare31@legalmail.it

PowerTis

Ambra Solare 31 S.r.l.
Via Tevere 41, 00198 Roma
C.F. e P.IVA 16110281009

Visti:

PROGETTO DEFINITIVO

Progetto per la costruzione e l'esercizio di un impianto agrivoltaico, con sistema integrato per la coltivazione di piante officinali e la produzione di energia elettrica, delle opere e delle infrastrutture connesse, denominato CISTERNA 2, da realizzarsi in agro del comune di Ferrandina (MT), di potenza pari a 19.981,92 Kwp.

COMUNE DI FERRANDINA

MATERA

COMMITTENTE:

AMBRA SOLARE 31 srl

DATA

IL TECNICO

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 di picco pari a 19.981,92 kWp.

| COMMITTENTE | |
|--------------|----------------------------|
| Committente: | AMBRA SOLARE 31 srl |
| Indirizzo: | Via Tevere,41 - 00198 ROMA |

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto presenta le seguenti caratteristiche:

| DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE | |
|--|--|
| Località: | Ferrandina |
| Latitudine: | 040°26'45" |
| Longitudine: | 016°27'39" |
| Altitudine: | 497 m |
| Fonte dati climatici: | UNI 10349 |
| Albedo: | 19 % Suolo (creta), Strade sterrate, ... |

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.

Sarà, inoltre, sempre rilevabile l'energia prodotta (cumulata) e le relative ore di funzionamento.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 10 generatori fotovoltaici composti da n° 35056 moduli fotovoltaici e da n° 40 inverter con tipo di realizzazione Altro impianto.

La potenza nominale complessiva è di 19.981,92 kWp per una produzione di 36.342.028,1 kWh annui distribuiti su una superficie di 95.702,88 m².

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

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

| Equivalenti di produzione termoelettrica | |
|--|--------------|
| Anidride solforosa (SO ₂) | 25.469,49 kg |
| Ossidi di azoto (NO _x) | 32.063,12 kg |
| Polveri | 1.137,72 kg |

| | |
|--------------------------|-------------|
| Anidride carbonica (CO2) | 18.953,44 t |
|--------------------------|-------------|

| Equivalenti di produzione geotermica | |
|--|--------------|
| Idrogeno solforato (H2S) (fluido geotermico) | 1.113,67 kg |
| Anidride carbonica (CO2) | 214,53 t |
| Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP) | 8.358,67 TEP |

RADIAZIONE SOLARE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Ferrandina.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

| Mese | Totale giornaliero [MJ/m ²] | Totale mensile [MJ/m ²] |
|-----------|--|--|
| Gennaio | 5,7 | 176,7 |
| Febbraio | 8,83 | 247,24 |
| Marzo | 12,25 | 379,75 |
| Aprile | 17,4 | 522 |
| Maggio | 21,25 | 658,75 |
| Giugno | 26,31 | 789,3 |
| Luglio | 24,8 | 768,8 |
| Agosto | 21,46 | 665,26 |
| Settembre | 16,26 | 487,8 |
| Ottobre | 10,79 | 334,49 |
| Novembre | 7,71 | 231,3 |
| Dicembre | 5,22 | 161,82 |

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

| Mese | Totale giornaliero [kWh] | Totale mensile [kWh] |
|-----------|-----------------------------|-------------------------|
| Gennaio | 51060,781 | 1582884,21 |
| Febbraio | 68203,079 | 1909686,224 |
| Marzo | 85381,326 | 2646821,117 |
| Aprile | 105334,703 | 3160041,084 |
| Maggio | 119272,061 | 3697433,896 |
| Giugno | 156843,22 | 4705296,585 |
| Luglio | 145464,339 | 4509394,518 |
| Agosto | 134519,419 | 4170101,988 |
| Settembre | 112775,018 | 3383250,547 |
| Ottobre | 88239,224 | 2735415,953 |
| Novembre | 76240,467 | 2287214,004 |

| | | |
|----------|-----------|-------------|
| Dicembre | 50144,772 | 1554487,934 |
|----------|-----------|-------------|

ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 10 generatori distribuiti su 1 esposizioni come di seguito definite:

| Descrizione | Tipo realizzazione | Tipo installazione | Orient. | Inclin. | Ombra. |
|---------------|--------------------|-------------------------------|---------|---------|--------|
| Esposizione 1 | Impianto FV | Inseguitore ad asse inclinato | 0° | 60° | 0 % |

Esposizione 1

Esposizione 1 sarà esposta con un sistema di inseguimento ad un asse per massimizzare l'irradiazione giornaliera ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 60,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 1 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

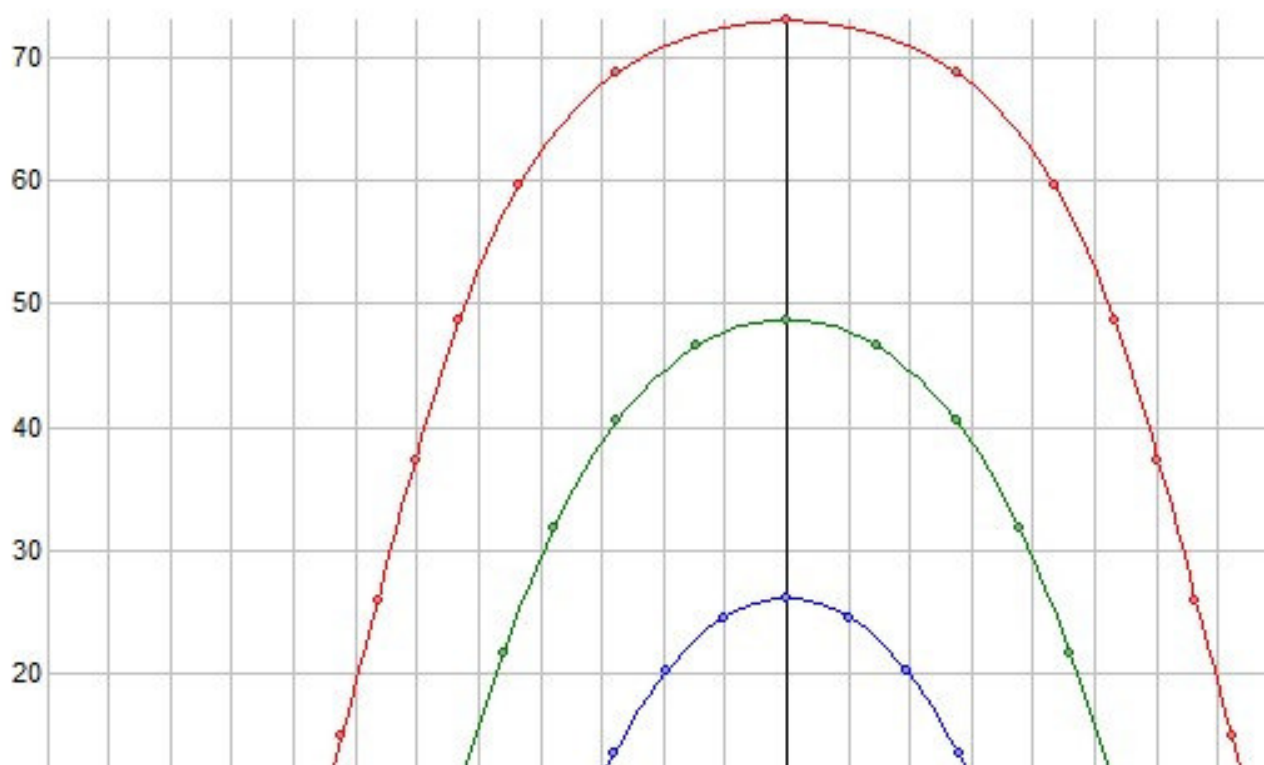


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

Radiazione solare giornaliera media sul piano dei moduli (kWh/m²)

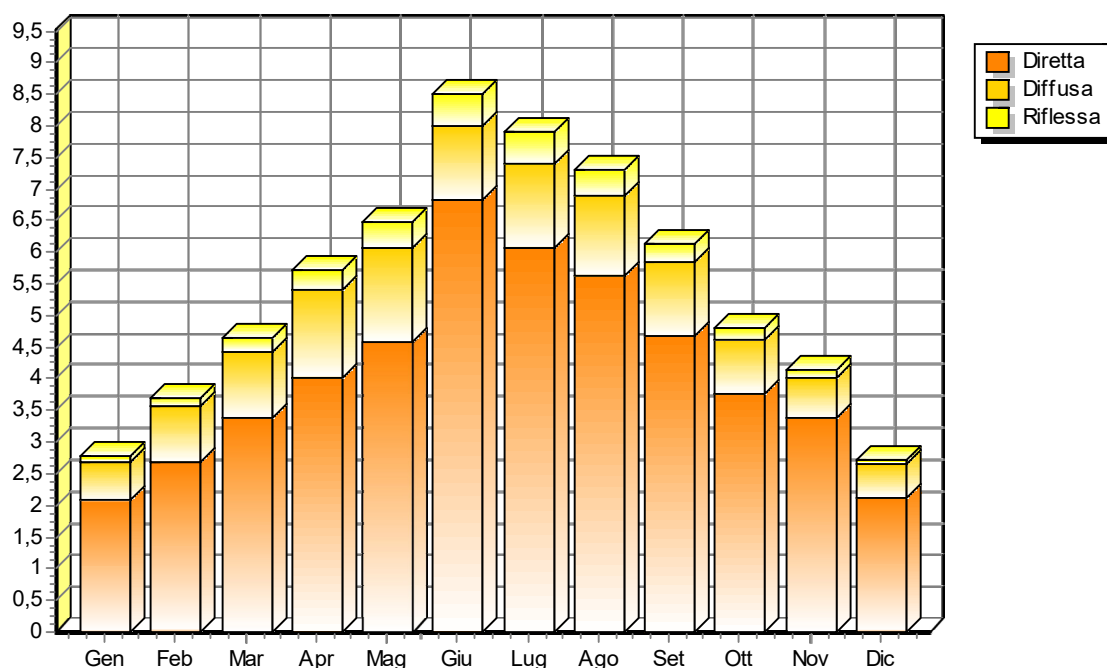


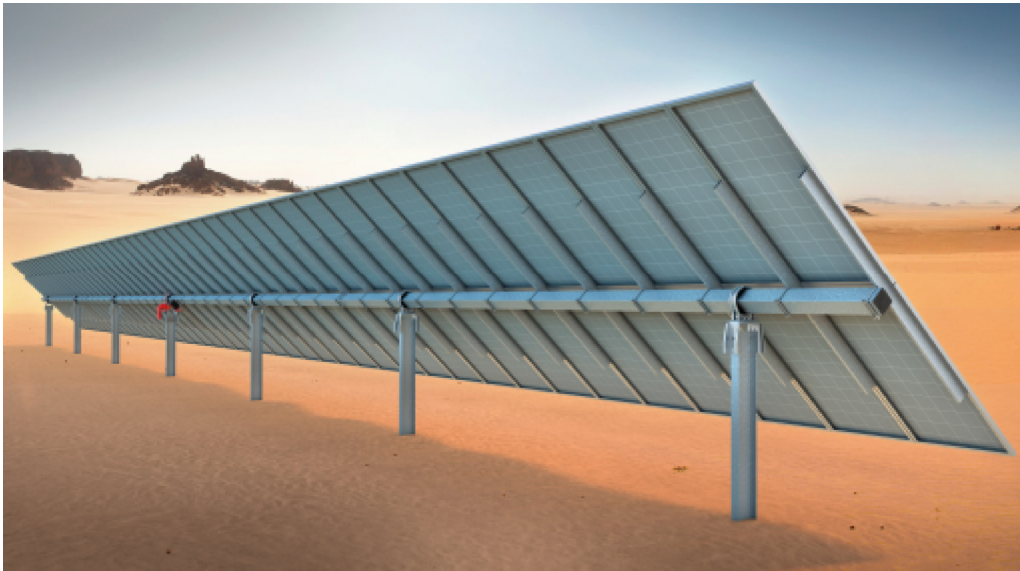
TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

| Mese | Radiazione Diretta [kWh/m ²] | Radiazione Diffusa [kWh/m ²] | Radiazione Riflessa [kWh/m ²] | Totale giornaliero [kWh/m ²] | Totale mensile [kWh/m ²] |
|-----------|--|--|---|--|--------------------------------------|
| Gennaio | 2,088 | 0,602 | 0,083 | 2,773 | 85,953 |
| Febbraio | 2,681 | 0,889 | 0,133 | 3,704 | 103,698 |
| Marzo | 3,388 | 1,05 | 0,198 | 4,636 | 143,726 |
| Aprile | 4,03 | 1,379 | 0,311 | 5,72 | 171,594 |
| Maggio | 4,588 | 1,475 | 0,413 | 6,477 | 200,775 |
| Giugno | 6,816 | 1,169 | 0,531 | 8,517 | 255,503 |
| Luglio | 6,079 | 1,327 | 0,493 | 7,899 | 244,866 |
| Agosto | 5,631 | 1,276 | 0,398 | 7,305 | 226,442 |
| Settembre | 4,675 | 1,176 | 0,273 | 6,124 | 183,715 |
| Ottobre | 3,766 | 0,86 | 0,166 | 4,791 | 148,536 |
| Novembre | 3,387 | 0,64 | 0,113 | 4,14 | 124,198 |
| Dicembre | 2,104 | 0,544 | 0,075 | 2,723 | 84,411 |

Irradiazione giornaliera media annua = 5,40 kWh/mq*giorno

STRUTTURE DI SOSTEGNO

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno costituite da un sistema ad inseguimento solare (tracker) comandate da un azionamento lineare controllato da un programma astronomico per il supporto dei moduli ciascuna alloggiante 2*28 moduli fotovoltaici disposti in orizzontale su doppia fila. E' prevista l'installazione di nr 626 tracker.



Struttura di sostegno "tracker"

Generatore FV 1

Il generatore è composto da n° 3528 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

| CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO | |
|---|------------------------|
| Tipo di realizzazione: | Impianto FV su terreno |
| Numero di moduli: | 3528 |
| Numero inverter: | 4 |
| Potenza nominale: | 2010960 W |
| Grado di efficienza: | 100,5 % |

| DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Costruttore: | JINKO SOLAR |
| Sigla: | TR 78M MONOFACCIALE JKM570M-7RL4-V |
| Tecnologia costruttiva: | Silicio monocristallino |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza massima: | 570 W |
| Rendimento: | 20,9 % |
| Tensione nominale: | 44,5 V |
| Tensione a vuoto: | 53,1 V |
| Corrente nominale: | 12,8 A |
| Corrente di corto circuito: | 13,7 A |
| Dimensioni | |
| Dimensioni: | 1134 mm x 2411 mm |
| Peso: | 30,9 kg |

I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio)

rientrano nel range di accettabilità ammesso dall'inverter.

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.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 4 inverter.

| Dati costruttivi degli inverter | |
|----------------------------------|----------------------------|
| Costruttore | ABB Spa |
| Sigla | PVS800 - 500KW PVS800-2021 |
| Inseguitori | 1 |
| Ingressi per inseguitore | 12 |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza nominale | 500 kW |
| Potenza massima | 500 kW |
| Potenza massima per inseguitore | 500 kW |
| Tensione nominale | 825 V |
| Tensione massima | 1000 V |
| Tensione minima per inseguitore | 450 V |
| Tensione massima per inseguitore | 825 V |

| | |
|----------------------------------|---------|
| Tensione nominale di uscita | 300 Vac |
| Corrente nominale | 1145 A |
| Corrente massima | 1145 A |
| Corrente massima per inseguitore | 1145 A |
| Rendimento | 0,98 |

| Inverter 1 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 2 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 3 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 4 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 570 \text{ W} * 3528 = 2010960 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

| Esposizione | N° moduli | Radiazione solare [kWh/m ²] | Energia [kWh] |
|---------------|-----------|---|---------------|
| Esposizione 1 | 3528 | 1.973,42 | 3.968.459,95 |

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 3656833,2 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

| | |
|--|--------------|
| Perdite per ombreggiamento | 0,0 % |
| Perdite per aumento di temperatura | 4,7 % |
| Perdite di mismatching | 1,0 % |
| Perdite in corrente continua | 0,0 % |
| Altre perdite (sporcizia, tolleranze...) | 0,5 % |
| Perdite per conversione | 1,8 % |
| Perdite totali | 7,9 % |

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

| Mese | Senza ostacoli [kWh] | Produzione reale [kWh] | Perdita [kWh] |
|-----------|----------------------|------------------------|---------------|
| Gennaio | 159274,1 | 159274,1 | 0,0 % |
| Febbraio | 192157,8 | 192157,8 | 0,0 % |
| Marzo | 266330,3 | 266330,3 | 0,0 % |
| Aprile | 317971,9 | 317971,9 | 0,0 % |
| Maggio | 372045,8 | 372045,8 | 0,0 % |
| Giugno | 473459,7 | 473459,7 | 0,0 % |
| Luglio | 453747,5 | 453747,5 | 0,0 % |
| Agosto | 419607,0 | 419607,0 | 0,0 % |
| Settembre | 340431,8 | 340431,8 | 0,0 % |
| Ottobre | 275245,0 | 275245,0 | 0,0 % |
| Novembre | 230145,7 | 230145,7 | 0,0 % |
| Dicembre | 156416,8 | 156416,8 | 0,0 % |
| Anno | 3656833,2 | 3656833,2 | 0,0 % |

CAVI ELETTRICI E 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 H1Z2Z2-K se in esterno o FG16OR16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 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 "+" e del negativo con "-"

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.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto |
| Disposizione: | Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 1x(1x6) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 6 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 0 |
| Sez. negativo/neutro: | 6 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|--------|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |

| | |
|--------------------------------|---|
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(1x10) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 10 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1 |
| Sez. negativo/neutro: | 10 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Giunzione**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 1000 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |

| | |
|-------------------------|---------|
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |
|-------------------------|---------|

Cablaggio: **Q. Giunzione - Q. Inverter**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|--|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 700 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI 20-91 (HEPR) |
| Posa: | D - cavi unipolari con guaina in tubi protettivi circolari o non circolari interrati |
| Disposizione: | Raggruppati in aria, su una superficie, incassati o racchiusi |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | HEPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |

QUADRI ELETTRICI

□ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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 diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ 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.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che 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.

Il generatore Generatore FV1 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (530,0 V) maggiore di $V_{mpp\ min.}$ (450,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (696,6 V) inferiore a $V_{mpp\ max.}$ (825,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (846,9 A) inferiore alla corrente massima inverter (1145,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (99,0%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Generatore FV 2

Il generatore è composto da n° 3472 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

| CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO | |
|--|------------------------|
| Tipo di realizzazione: | Impianto FV su terreno |
| Numero di moduli: | 3472 |

| | |
|----------------------|-----------|
| Numero inverter: | 4 |
| Potenza nominale: | 1979040 W |
| Grado di efficienza: | 99 % |

| DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Costruttore: | JINKO SOLAR |
| Sigla: | TR 78M MONOFACCIALE JKM570M-7RL4-V |
| Tecnologia costruttiva: | Silicio monocristallino |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza massima: | 570 W |
| Rendimento: | 20,9 % |
| Tensione nominale: | 44,5 V |
| Tensione a vuoto: | 53,1 V |
| Corrente nominale: | 12,8 A |
| Corrente di corto circuito: | 13,7 A |
| Dimensioni | |
| Dimensioni: | 1134 mm x 2411 mm |
| Peso: | 30,9 kg |

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

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.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal

costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.

- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 4 inverter.

| Dati costruttivi degli inverter | |
|--|----------------------------|
| Costruttore | ABB Spa |
| Sigla | PVS800 - 500KW PVS800-2021 |
| Inseguitori | 1 |
| Ingressi per inseguitore | 12 |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza nominale | 500 kW |
| Potenza massima | 500 kW |
| Potenza massima per inseguitore | 500 kW |
| Tensione nominale | 825 V |
| Tensione massima | 1000 V |
| Tensione minima per inseguitore | 450 V |
| Tensione massima per inseguitore | 825 V |
| Tensione nominale di uscita | 300 Vac |
| Corrente nominale | 1145 A |
| Corrente massima | 1145 A |
| Corrente massima per inseguitore | 1145 A |
| Rendimento | 0,98 |

| Inverter 1 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 2 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 3 | MPPT 1 |
|-------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |

| | |
|-----------------------|---------------|
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 4 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 570 \text{ W} * 3472 = 1979040 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

| Esposizione | N° moduli | Radiazione solare [kWh/m ²] | Energia [kWh] |
|---------------|-----------|---|---------------|
| Esposizione 1 | 3472 | 1.973,42 | 3.905.468,52 |

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 3599111,8 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

| | |
|--|--------------|
| Perdite per ombreggiamento | 0,0 % |
| Perdite per aumento di temperatura | 4,7 % |
| Perdite di mismatching | 1,0 % |
| Perdite in corrente continua | 0,0 % |
| Altre perdite (sporcizia, tolleranze...) | 0,5 % |
| Perdite per conversione | 1,8 % |
| Perdite totali | 7,8 % |

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

| Mese | Senza ostacoli [kWh] | Produzione reale [kWh] | Perdita [kWh] |
|----------|----------------------|------------------------|---------------|
| Gennaio | 156760,0 | 156760,0 | 0,0 % |
| Febbraio | 189124,7 | 189124,7 | 0,0 % |

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|-------|
| Marzo | 262126,4 | 262126,4 | 0,0 % |
| Aprile | 312952,8 | 312952,8 | 0,0 % |
| Maggio | 366173,2 | 366173,2 | 0,0 % |
| Giugno | 465986,3 | 465986,3 | 0,0 % |
| Luglio | 446585,3 | 446585,3 | 0,0 % |
| Agosto | 412983,6 | 412983,6 | 0,0 % |
| Settembre | 335058,3 | 335058,3 | 0,0 % |
| Ottobre | 270900,3 | 270900,3 | 0,0 % |
| Novembre | 226512,9 | 226512,9 | 0,0 % |
| Dicembre | 153947,8 | 153947,8 | 0,0 % |
| Anno | 3599111,8 | 3599111,8 | 0,0 % |

CAVI ELETTRICI E 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 H1Z2Z2-K se in esterno o FG16OR16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 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 "+" e del negativo con "-"

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.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto |
| Disposizione: | Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno |
| Tipo cavo: | Unipolare |

| | |
|--------------------------------|-------------------|
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 1x(1x6) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 6 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 0 |
| Sez. negativo/neutro: | 6 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 833,3 A |

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(1x10) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 10 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1 |
| Sez. negativo/neutro: | 10 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 833,3 A |

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Giunzione**

| Descrizione | Valore |
|------------------------|--------|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 100 m |

| | |
|--------------------------------|---|
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 778,6 A |

Cablaggio: **Q. Giunzione - Q. Inverter**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|--|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 700 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI 20-91 (HEPR) |
| Posa: | D - cavi unipolari con guaina in tubi protettivi circolari o non circolari interrati |
| Disposizione: | Raggruppati in aria, su una superficie, incassati o racchiusi |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | HEPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |

| | |
|-------------------------|---------|
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 778,6 A |

QUADRI ELETTRICI

□ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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 diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- 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.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che 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.

Il generatore Generatore FV 2 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (530,0 V) maggiore di V_{mpp} min. (450,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (696,6 V) inferiore a V_{mpp} max. (825,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (846,9 A) inferiore alla corrente massima inverter (1145,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (99,0%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Generatore FV 3

Il generatore è composto da n° 3472 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

| CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO | |
|--|------------------------|
| Tipo di realizzazione: | Impianto FV su terreno |
| Numero di moduli: | 3472 |
| Numero inverter: | 4 |
| Potenza nominale: | 1979040 W |
| Grado di efficienza: | 99 % |

| DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Costruttore: | JINKO SOLAR |
| Sigla: | TR 78M MONOFACCIALE JKM570M-7RL4-V |
| Tecnologia costruttiva: | Silicio monocristallino |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza massima: | 570 W |
| Rendimento: | 20,9 % |
| Tensione nominale: | 44,5 V |
| Tensione a vuoto: | 53,1 V |
| Corrente nominale: | 12,8 A |
| Corrente di corto circuito: | 13,7 A |
| Dimensioni | |
| Dimensioni: | 1134 mm x 2411 mm |
| Peso: | 30,9 kg |

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

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.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 4 inverter.

| Dati costruttivi degli inverter | |
|----------------------------------|----------------------------|
| Costruttore | ABB Spa |
| Sigla | PVS800 - 500KW PVS800-2021 |
| Inseguitori | 1 |
| Ingressi per inseguitore | 12 |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza nominale | 500 kW |
| Potenza massima | 500 kW |
| Potenza massima per inseguitore | 500 kW |
| Tensione nominale | 825 V |
| Tensione massima | 1000 V |
| Tensione minima per inseguitore | 450 V |
| Tensione massima per inseguitore | 825 V |
| Tensione nominale di uscita | 300 Vac |
| Corrente nominale | 1145 A |
| Corrente massima | 1145 A |
| Corrente massima per inseguitore | 1145 A |

| | |
|------------|------|
| Rendimento | 0,98 |
|------------|------|

| Inverter 1 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 2 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 3 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 4 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 570 \text{ W} * 3472 = 1979040 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

| Esposizione | N° moduli | Radiazione solare [kWh/m ²] | Energia [kWh] |
|---------------|-----------|---|---------------|
| Esposizione 1 | 3472 | 1.973,42 | 3.905.468,52 |

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 3599484,7 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

| | |
|--|--------------|
| Perdite per ombreggiamento | 0,0 % |
| Perdite per aumento di temperatura | 4,7 % |
| Perdite di mismatching | 1,0 % |
| Perdite in corrente continua | 0,0 % |
| Altre perdite (sporcizia, tolleranze...) | 0,5 % |
| Perdite per conversione | 1,8 % |
| Perdite totali | 7,8 % |

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

| Mese | Senza ostacoli [kWh] | Produzione reale [kWh] | Perdita [kWh] |
|-----------|----------------------|------------------------|---------------|
| Gennaio | 156776,3 | 156776,3 | 0,0 % |
| Febbraio | 189144,3 | 189144,3 | 0,0 % |
| Marzo | 262153,6 | 262153,6 | 0,0 % |
| Aprile | 312985,3 | 312985,3 | 0,0 % |
| Maggio | 366211,2 | 366211,2 | 0,0 % |
| Giugno | 466034,6 | 466034,6 | 0,0 % |
| Luglio | 446631,6 | 446631,6 | 0,0 % |
| Agosto | 413026,4 | 413026,4 | 0,0 % |
| Settembre | 335093,0 | 335093,0 | 0,0 % |
| Ottobre | 270928,4 | 270928,4 | 0,0 % |
| Novembre | 226536,4 | 226536,4 | 0,0 % |
| Dicembre | 153963,8 | 153963,8 | 0,0 % |
| Anno | 3599484,7 | 3599484,7 | 0,0 % |

CAVI ELETTRICI E 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 H1Z2Z2-K se in esterno o FG16OR16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 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 "+" e del negativo con "-"

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.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto |
| Disposizione: | Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 1x(1x6) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 6 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 0 |
| Sez. negativo/neutro: | 6 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 833,3 A |

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(1x10) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 10 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1 |
| Sez. negativo/neutro: | 10 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 833,3 A |

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Giunzione**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 100 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 778,6 A |

Cablaggio: **Q. Giunzione - Q. Inverter**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|--------|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 700 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |

| | |
|--------------------------------|--|
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI 20-91 (HEPR) |
| Posa: | D - cavi unipolari con guaina in tubi protettivi circolari o non circolari interrati |
| Disposizione: | Raggruppati in aria, su una superficie, incassati o racchiusi |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | HEPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 778,6 A |

QUADRI ELETTRICI

□ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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 diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ 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.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che 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.

Il generatore Generatore FV 3 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (530,0 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (450,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (696,6 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (825,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (846,9 A) inferiore alla corrente massima inverter (1145,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (99,0%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Generatore FV 4

Il generatore è composto da n° 3528 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

| CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO | |
|---|------------------------|
| Tipo di realizzazione: | Impianto FV su terreno |
| Numero di moduli: | 3528 |
| Numero inverter: | 4 |
| Potenza nominale: | 2010960 W |
| Grado di efficienza: | 100,5 % |

| DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Costruttore: | JINKO SOLAR |
| Sigla: | TR 78M MONOFACCIALE JKM570M-7RL4-V |
| Tecnologia costruttiva: | Silicio monocristallino |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza massima: | 570 W |

| | |
|-----------------------------|-------------------|
| Rendimento: | 20,9 % |
| Tensione nominale: | 44,5 V |
| Tensione a vuoto: | 53,1 V |
| Corrente nominale: | 12,8 A |
| Corrente di corto circuito: | 13,7 A |
| Dimensioni | |
| Dimensioni: | 1134 mm x 2411 mm |
| Peso: | 30,9 kg |

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

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.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 4 inverter.

| Dati costruttivi degli inverter | |
|---------------------------------|----------------------------|
| Costruttore | ABB Spa |
| Sigla | PVS800 - 500KW PVS800-2021 |
| Inseguitori | 1 |

| | |
|-----------------------------------|---------|
| Ingressi per inseguitore | 12 |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza nominale | 500 kW |
| Potenza massima | 500 kW |
| Potenza massima per inseguitore | 500 kW |
| Tensione nominale | 825 V |
| Tensione massima | 1000 V |
| Tensione minima per inseguitore | 450 V |
| Tensione massima per inseguitore | 825 V |
| Tensione nominale di uscita | 300 Vac |
| Corrente nominale | 1145 A |
| Corrente massima | 1145 A |
| Corrente massima per inseguitore | 1145 A |
| Rendimento | 0,98 |

| Inverter 1 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 2 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 3 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 4 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |

| | |
|-----------------------|---------|
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 570 \text{ W} * 3528 = 2010960 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

| Esposizione | N° moduli | Radiazione solare [kWh/m ²] | Energia [kWh] |
|---------------|-----------|---|---------------|
| Esposizione 1 | 3528 | 1.973,42 | 3.968.459,95 |

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 3657540,9 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

| | |
|--|--------------|
| Perdite per ombreggiamento | 0,0 % |
| Perdite per aumento di temperatura | 4,7 % |
| Perdite di mismatching | 1,0 % |
| Perdite in corrente continua | 0,0 % |
| Altre perdite (sporcizia, tolleranze...) | 0,5 % |
| Perdite per conversione | 1,8 % |
| Perdite totali | 7,8 % |

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

| Mese | Senza ostacoli [kWh] | Produzione reale [kWh] | Perdita [kWh] |
|-----------|----------------------|------------------------|---------------|
| Gennaio | 159304,9 | 159304,9 | 0,0 % |
| Febbraio | 192195,0 | 192195,0 | 0,0 % |
| Marzo | 266381,8 | 266381,8 | 0,0 % |
| Aprile | 318033,4 | 318033,4 | 0,0 % |
| Maggio | 372117,8 | 372117,8 | 0,0 % |
| Giugno | 473551,3 | 473551,3 | 0,0 % |
| Luglio | 453835,3 | 453835,3 | 0,0 % |
| Agosto | 419688,2 | 419688,2 | 0,0 % |
| Settembre | 340497,7 | 340497,7 | 0,0 % |
| Ottobre | 275298,2 | 275298,2 | 0,0 % |
| Novembre | 230190,2 | 230190,2 | 0,0 % |

| | | | |
|----------|-----------|-----------|-------|
| Dicembre | 156447,1 | 156447,1 | 0,0 % |
| Anno | 3657540,9 | 3657540,9 | 0,0 % |

CAVI ELETTRICI E 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 H1Z2Z2-K se in esterno o FG16OR16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 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 "+" e del negativo con "-"

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.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto |
| Disposizione: | Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 1x(1x6) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 6 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 0 |
| Sez. negativo/neutro: | 6 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |

| | |
|-------------------------|---------|
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(1x10) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 10 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1 |
| Sez. negativo/neutro: | 10 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Giunzione**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 1000 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |

Cablaggio: **Q. Giunzione - Q. Inverter**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|--|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 700 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI 20-91 (HEPR) |
| Posa: | D - cavi unipolari con guaina in tubi protettivi circolari o non circolari interrati |
| Disposizione: | Raggruppati in aria, su una superficie, incassati o racchiusi |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | HEPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |

QUADRI ELETTRICI

□ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle

grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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 diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- 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.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che 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.

Il generatore Generatore FV 4 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (530,0 V) maggiore di $V_{mpp\ min.}$ (450,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (696,6 V) inferiore a $V_{mpp\ max.}$ (825,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (846,9 A) inferiore alla corrente massima inverter (1145,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (99,0%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Generatore FV 5

Il generatore è composto da n° 3528 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

| CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO | |
|---|------------------------|
| Tipo di realizzazione: | Impianto FV su terreno |
| Numero di moduli: | 3528 |
| Numero inverter: | 4 |
| Potenza nominale: | 2010960 W |
| Grado di efficienza: | 100,5 % |

| DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Costruttore: | JINKO SOLAR |
| Sigla: | TR 78M MONOFACCIALE JKM570M-7RL4-V |
| Tecnologia costruttiva: | Silicio monocristallino |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza massima: | 570 W |
| Rendimento: | 20,9 % |
| Tensione nominale: | 44,5 V |
| Tensione a vuoto: | 53,1 V |
| Corrente nominale: | 12,8 A |
| Corrente di corto circuito: | 13,7 A |
| Dimensioni | |
| Dimensioni: | 1134 mm x 2411 mm |
| Peso: | 30,9 kg |

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

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.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra,

- ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
 - ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
 - ❑ Conformità marchio CE.
 - ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
 - ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
 - ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
 - ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 4 inverter.

| Dati costruttivi degli inverter | |
|----------------------------------|----------------------------|
| Costruttore | ABB Spa |
| Sigla | PVS800 - 500KW PVS800-2021 |
| Inseguitori | 1 |
| Ingressi per inseguitore | 12 |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza nominale | 500 kW |
| Potenza massima | 500 kW |
| Potenza massima per inseguitore | 500 kW |
| Tensione nominale | 825 V |
| Tensione massima | 1000 V |
| Tensione minima per inseguitore | 450 V |
| Tensione massima per inseguitore | 825 V |
| Tensione nominale di uscita | 300 Vac |
| Corrente nominale | 1145 A |
| Corrente massima | 1145 A |
| Corrente massima per inseguitore | 1145 A |
| Rendimento | 0,98 |

| Inverter 1 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 2 | MPPT 1 |
|-----------------|--------|
| Moduli in serie | 14 |

| | |
|-----------------------|---------------|
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 3 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 4 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 570 \text{ W} * 3528 = 2010960 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

| Esposizione | N° moduli | Radiazione solare [kWh/m ²] | Energia [kWh] |
|---------------|-----------|---|---------------|
| Esposizione 1 | 3528 | 1.973,42 | 3.968.459,95 |

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 3657465,4 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

| | |
|---|-------|
| Perdite per ombreggiamento | 0,0 % |
| Perdite per aumento di temperatura | 4,7 % |
| Perdite di mismatching | 1,0 % |
| Perdite in corrente continua | 0,0 % |
| Altre perdite (sporczia, tolleranze...) | 0,5 % |
| Perdite per conversione | 1,8 % |

| | |
|-----------------------|--------------|
| Perdite totali | 7,8 % |
|-----------------------|--------------|

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

| Mese | Senza ostacoli [kWh] | Produzione reale [kWh] | Perdita [kWh] |
|-----------|----------------------|------------------------|---------------|
| Gennaio | 159301,6 | 159301,6 | 0,0 % |
| Febbraio | 192191,0 | 192191,0 | 0,0 % |
| Marzo | 266376,3 | 266376,3 | 0,0 % |
| Aprile | 318026,9 | 318026,9 | 0,0 % |
| Maggio | 372110,1 | 372110,1 | 0,0 % |
| Giugno | 473541,5 | 473541,5 | 0,0 % |
| Luglio | 453825,9 | 453825,9 | 0,0 % |
| Agosto | 419679,5 | 419679,5 | 0,0 % |
| Settembre | 340490,7 | 340490,7 | 0,0 % |
| Ottobre | 275292,5 | 275292,5 | 0,0 % |
| Novembre | 230185,4 | 230185,4 | 0,0 % |
| Dicembre | 156443,8 | 156443,8 | 0,0 % |
| Anno | 3657465,4 | 3657465,4 | 0,0 % |

CAVI ELETTRICI E 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 H1Z2Z2-K se in esterno o FG16OR16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 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 "+" e del negativo con "-"

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.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|--------|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |

| | |
|--------------------------------|---|
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto |
| Disposizione: | Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 1x(1x6) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 6 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 0 |
| Sez. negativo/neutro: | 6 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(1x10) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 10 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1 |
| Sez. negativo/neutro: | 10 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |

| | |
|-------------------------|---------|
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Giunzione**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 1000 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |

Cablaggio: **Q. Giunzione - Q. Inverter**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|--|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 700 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI 20-91 (HEPR) |
| Posa: | D - cavi unipolari con guaina in tubi protettivi circolari o non circolari interrati |
| Disposizione: | Raggruppati in aria, su una superficie, incassati o racchiusi |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | HEPR |

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |

QUADRI ELETTRICI

□ **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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 diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- 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.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che 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.

Il generatore Generatore FV 5 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (530,0 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (450,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (696,6 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (825,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (860,6 A) inferiore alla corrente massima inverter (1145,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (100,6%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Generatore FV 6

Il generatore è composto da n° 3528 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

| CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO | |
|---|------------------------|
| Tipo di realizzazione: | Impianto FV su terreno |
| Numero di moduli: | 3528 |
| Numero inverter: | 4 |
| Potenza nominale: | 2010960 W |
| Grado di efficienza: | 100,5 % |

| DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI | |
|-----------------------------|-------------------------|
| Costruttore: | Jinko Solar |
| Sigla: | TR78M JKM570M-7RL4-V |
| Tecnologia costruttiva: | Silicio monocristallino |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza massima: | 570 W |
| Rendimento: | 20,9 % |
| Tensione nominale: | 44,5 V |
| Tensione a vuoto: | 53,1 V |
| Corrente nominale: | 12,8 A |
| Corrente di corto circuito: | 13,7 A |
| Dimensioni | |
| Dimensioni: | 1134 mm x 2411 mm |

| | |
|-------|---------|
| Peso: | 30,9 kg |
|-------|---------|

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

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.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 4 inverter.

| Dati costruttivi degli inverter | |
|---------------------------------|----------------------------|
| Costruttore | ABB Spa |
| Sigla | PVS800 - 500KW PVS800-2021 |
| Inseguitori | 1 |
| Ingressi per inseguitore | 12 |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza nominale | 500 kW |
| Potenza massima | 500 kW |
| Potenza massima per inseguitore | 500 kW |
| Tensione nominale | 825 V |
| Tensione massima | 1000 V |

| | |
|----------------------------------|---------|
| Tensione minima per inseguitore | 450 V |
| Tensione massima per inseguitore | 825 V |
| Tensione nominale di uscita | 300 Vac |
| Corrente nominale | 1145 A |
| Corrente massima | 1145 A |
| Corrente massima per inseguitore | 1145 A |
| Rendimento | 0,98 |

| Inverter 1 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 2 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 3 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 4 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 570 \text{ W} * 3528 = 2010960 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

| Esposizione | N° moduli | Radiazione solare [kWh/m ²] | Energia [kWh] |
|---------------|-----------|---|---------------|
| Esposizione 1 | 3528 | 1.973,42 | 3.968.459,95 |

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 3657540,9 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

| | |
|--|--------------|
| Perdite per ombreggiamento | 0,0 % |
| Perdite per aumento di temperatura | 4,7 % |
| Perdite di mismatching | 1,0 % |
| Perdite in corrente continua | 0,0 % |
| Altre perdite (sporcizia, tolleranze...) | 0,5 % |
| Perdite per conversione | 1,8 % |
| Perdite totali | 7,8 % |

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

| Mese | Senza ostacoli [kWh] | Produzione reale [kWh] | Perdita [kWh] |
|-----------|----------------------|------------------------|---------------|
| Gennaio | 159304,9 | 159304,9 | 0,0 % |
| Febbraio | 192195,0 | 192195,0 | 0,0 % |
| Marzo | 266381,8 | 266381,8 | 0,0 % |
| Aprile | 318033,4 | 318033,4 | 0,0 % |
| Maggio | 372117,8 | 372117,8 | 0,0 % |
| Giugno | 473551,3 | 473551,3 | 0,0 % |
| Luglio | 453835,3 | 453835,3 | 0,0 % |
| Agosto | 419688,2 | 419688,2 | 0,0 % |
| Settembre | 340497,7 | 340497,7 | 0,0 % |
| Ottobre | 275298,2 | 275298,2 | 0,0 % |
| Novembre | 230190,2 | 230190,2 | 0,0 % |
| Dicembre | 156447,1 | 156447,1 | 0,0 % |
| Anno | 3657540,9 | 3657540,9 | 0,0 % |

CAVI ELETTRICI E 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 H1Z2Z2-K se in esterno o FG16OR16 se in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ Tipo FS17 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 "+" e del negativo con "-"

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.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto |
| Disposizione: | Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 1x(1x6) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 6 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 0 |
| Sez. negativo/neutro: | 6 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

| Descrizione | Valore |
|------------------|--------|
| Identificazione: | |

| | |
|--------------------------------|---|
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(1x10) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 10 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1 |
| Sez. negativo/neutro: | 10 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Giunzione**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 1000 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |

| | |
|-------------------------|---------|
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |

Cablaggio: **Q. Giunzione - Q. Inverter**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|--|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 700 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI 20-91 (HEPR) |
| Posa: | D - cavi unipolari con guaina in tubi protettivi circolari o non circolari interrati |
| Disposizione: | Raggruppati in aria, su una superficie, incassati o racchiusi |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | HEPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |

QUADRI ELETTRICI

□ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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 diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.
Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.
La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ 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.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che 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.

Il generatore Generatore FV 6 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (530,0 V) maggiore di $V_{mpp\ min.}$ (450,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (696,6 V) inferiore a $V_{mpp\ max.}$ (825,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (860,6 A) inferiore alla corrente massima inverter (1145,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (100,6%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Generatore FV 7

Il generatore è composto da n° 3528 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

| CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO | |
|---|------------------------|
| Tipo di realizzazione: | Impianto FV su terreno |
| Numero di moduli: | 3528 |

| | |
|----------------------|-----------|
| Numero inverter: | 4 |
| Potenza nominale: | 2010960 W |
| Grado di efficienza: | 100,5 % |

| DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Costruttore: | JINKO SOLAR |
| Sigla: | TR 78M MONOFACCIALE JKM570M-7RL4-V |
| Tecnologia costruttiva: | Silicio monocristallino |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza massima: | 570 W |
| Rendimento: | 20,9 % |
| Tensione nominale: | 44,5 V |
| Tensione a vuoto: | 53,1 V |
| Corrente nominale: | 12,8 A |
| Corrente di corto circuito: | 13,7 A |
| Dimensioni | |
| Dimensioni: | 1134 mm x 2411 mm |
| Peso: | 30,9 kg |

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

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.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal

costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.

- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 4 inverter.

| Dati costruttivi degli inverter | |
|--|----------------------------|
| Costruttore | ABB Spa |
| Sigla | PVS800 - 500KW PVS800-2021 |
| Inseguitori | 1 |
| Ingressi per inseguitore | 12 |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza nominale | 500 kW |
| Potenza massima | 500 kW |
| Potenza massima per inseguitore | 500 kW |
| Tensione nominale | 825 V |
| Tensione massima | 1000 V |
| Tensione minima per inseguitore | 450 V |
| Tensione massima per inseguitore | 825 V |
| Tensione nominale di uscita | 300 Vac |
| Corrente nominale | 1145 A |
| Corrente massima | 1145 A |
| Corrente massima per inseguitore | 1145 A |
| Rendimento | 0,98 |

| Inverter 1 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 2 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 3 | MPPT 1 |
|-------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |

| | |
|-----------------------|---------------|
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 4 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 570 \text{ W} * 3528 = 2010960 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

| Esposizione | N° moduli | Radiazione solare [kWh/m ²] | Energia [kWh] |
|---------------|-----------|---|---------------|
| Esposizione 1 | 3528 | 1.973,42 | 3.968.459,95 |

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 3657540,9 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

| | |
|--|--------------|
| Perdite per ombreggiamento | 0,0 % |
| Perdite per aumento di temperatura | 4,7 % |
| Perdite di mismatching | 1,0 % |
| Perdite in corrente continua | 0,0 % |
| Altre perdite (sporcizia, tolleranze...) | 0,5 % |
| Perdite per conversione | 1,8 % |
| Perdite totali | 7,8 % |

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

| Mese | Senza ostacoli [kWh] | Produzione reale [kWh] | Perdita [kWh] |
|----------|----------------------|------------------------|---------------|
| Gennaio | 159304,9 | 159304,9 | 0,0 % |
| Febbraio | 192195,0 | 192195,0 | 0,0 % |

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|-------|
| Marzo | 266381,8 | 266381,8 | 0,0 % |
| Aprile | 318033,4 | 318033,4 | 0,0 % |
| Maggio | 372117,8 | 372117,8 | 0,0 % |
| Giugno | 473551,3 | 473551,3 | 0,0 % |
| Luglio | 453835,3 | 453835,3 | 0,0 % |
| Agosto | 419688,2 | 419688,2 | 0,0 % |
| Settembre | 340497,7 | 340497,7 | 0,0 % |
| Ottobre | 275298,2 | 275298,2 | 0,0 % |
| Novembre | 230190,2 | 230190,2 | 0,0 % |
| Dicembre | 156447,1 | 156447,1 | 0,0 % |
| Anno | 3657540,9 | 3657540,9 | 0,0 % |

CAVI ELETTRICI E 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 H1Z2Z2-K se in esterno o FG16OR16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 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 "+" e del negativo con "-"

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.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto |
| Disposizione: | Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno |
| Tipo cavo: | Unipolare |

| | |
|--------------------------------|-------------------|
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 1x(1x6) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 6 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 0 |
| Sez. negativo/neutro: | 6 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(1x10) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 10 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1 |
| Sez. negativo/neutro: | 10 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Giunzione**

| Descrizione | Valore |
|------------------------|--------|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 1000 m |

| | |
|--------------------------------|---|
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |

Cablaggio: **Q. Giunzione - Q. Inverter**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|--|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 700 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI 20-91 (HEPR) |
| Posa: | D - cavi unipolari con guaina in tubi protettivi circolari o non circolari interrati |
| Disposizione: | Raggruppati in aria, su una superficie, incassati o racchiusi |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | HEPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |

| | |
|-------------------------|---------|
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |

QUADRI ELETTRICI

❑ Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

❑ Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica .

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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 diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ 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.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che 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.

Il generatore Generatore FV 7 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (530,0 V) maggiore di V_{mpp} min. (450,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (696,6 V) inferiore a V_{mpp} max. (825,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (860,6 A) inferiore alla corrente massima inverter (1145,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (100,6%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Generatore FV 8

Il generatore è composto da n° 3528 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

| CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO | |
|---|------------------------|
| Tipo di realizzazione: | Impianto FV su terreno |
| Numero di moduli: | 3528 |
| Numero inverter: | 4 |
| Potenza nominale: | 2010960 W |
| Grado di efficienza: | 100,5 % |

| DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Costruttore: | JINKO SOLAR |
| Sigla: | TR 78M MONOFACCIALE JKM570M-7RL4-V |
| Tecnologia costruttiva: | Silicio monocristallino |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza massima: | 570 W |
| Rendimento: | 20,9 % |
| Tensione nominale: | 44,5 V |
| Tensione a vuoto: | 53,1 V |
| Corrente nominale: | 12,8 A |
| Corrente di corto circuito: | 13,7 A |
| Dimensioni | |
| Dimensioni: | 1134 mm x 2411 mm |
| Peso: | 30,9 kg |

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

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.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 4 inverter.

| Dati costruttivi degli inverter | |
|----------------------------------|----------------------------|
| Costruttore | ABB Spa |
| Sigla | PVS800 - 500KW PVS800-2021 |
| Inseguitori | 1 |
| Ingressi per inseguitore | 12 |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza nominale | 500 kW |
| Potenza massima | 500 kW |
| Potenza massima per inseguitore | 500 kW |
| Tensione nominale | 825 V |
| Tensione massima | 1000 V |
| Tensione minima per inseguitore | 450 V |
| Tensione massima per inseguitore | 825 V |
| Tensione nominale di uscita | 300 Vac |
| Corrente nominale | 1145 A |
| Corrente massima | 1145 A |
| Corrente massima per | 1145 A |

| | |
|-------------|------|
| inseguitore | |
| Rendimento | 0,98 |

| Inverter 1 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 2 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 3 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

| Inverter 4 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 63 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 882 |

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 570 \text{ W} * 3528 = 2010960 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

| Esposizione | N° moduli | Radiazione solare [kWh/m ²] | Energia [kWh] |
|---------------|-----------|---|---------------|
| Esposizione 1 | 3528 | 1.973,42 | 3.968.459,95 |

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 3657540,9 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

| | |
|--|--------------|
| Perdite per ombreggiamento | 0,0 % |
| Perdite per aumento di temperatura | 4,7 % |
| Perdite di mismatching | 1,0 % |
| Perdite in corrente continua | 0,0 % |
| Altre perdite (sporcizia, tolleranze...) | 0,5 % |
| Perdite per conversione | 1,8 % |
| Perdite totali | 7,8 % |

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

| Mese | Senza ostacoli [kWh] | Produzione reale [kWh] | Perdita [kWh] |
|-----------|----------------------|------------------------|---------------|
| Gennaio | 159304,9 | 159304,9 | 0,0 % |
| Febbraio | 192195,0 | 192195,0 | 0,0 % |
| Marzo | 266381,8 | 266381,8 | 0,0 % |
| Aprile | 318033,4 | 318033,4 | 0,0 % |
| Maggio | 372117,8 | 372117,8 | 0,0 % |
| Giugno | 473551,3 | 473551,3 | 0,0 % |
| Luglio | 453835,3 | 453835,3 | 0,0 % |
| Agosto | 419688,2 | 419688,2 | 0,0 % |
| Settembre | 340497,7 | 340497,7 | 0,0 % |
| Ottobre | 275298,2 | 275298,2 | 0,0 % |
| Novembre | 230190,2 | 230190,2 | 0,0 % |
| Dicembre | 156447,1 | 156447,1 | 0,0 % |
| Anno | 3657540,9 | 3657540,9 | 0,0 % |

CAVI ELETTRICI E 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 H1Z2Z2-K se in esterno o FG16OR16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 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 "+" e del negativo con "-"

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.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto |
| Disposizione: | Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 1x(1x6) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 6 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 0 |
| Sez. negativo/neutro: | 6 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(1x10) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 10 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1 |
| Sez. negativo/neutro: | 10 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 846,9 A |

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Giunzione**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 1000 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |

Cablaggio: **Q. Giunzione - Q. Inverter**

| Descrizione | Valore |
|------------------------|--------|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 700 m |

| | |
|--------------------------------|--|
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI 20-91 (HEPR) |
| Posa: | D - cavi unipolari con guaina in tubi protettivi circolari o non circolari interrati |
| Disposizione: | Raggruppati in aria, su una superficie, incassati o racchiusi |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | HEPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 792,3 A |

QUADRI ELETTRICI

□ **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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 diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software

dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- ❑ 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.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che 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.

Il generatore Generatore FV 9 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (530,0 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (450,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (696,6 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (825,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (860,6 A) inferiore alla corrente massima inverter (1145,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (100,6%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Generatore FV 9

Il generatore è composto da n° 3472 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

| CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO | |
|---|------------------------|
| Tipo di realizzazione: | Impianto FV su terreno |
| Numero di moduli: | 3472 |
| Numero inverter: | 4 |
| Potenza nominale: | 1979040 W |
| Grado di efficienza: | 99 % |

| DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Costruttore: | JINKO SOLAR |
| Sigla: | TR 78M MONOFACCIALE JKM570M-7RL4-V |

| | |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Tecnologia costruttiva: | Silicio monocristallino |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza massima: | 570 W |
| Rendimento: | 20,9 % |
| Tensione nominale: | 44,5 V |
| Tensione a vuoto: | 53,1 V |
| Corrente nominale: | 12,8 A |
| Corrente di corto circuito: | 13,7 A |
| Dimensioni | |
| Dimensioni: | 1134 mm x 2411 mm |
| Peso: | 30,9 kg |

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

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.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 4 inverter.

| Dati costruttivi degli inverter | |
|--|----------------------------|
| Costruttore | ABB Spa |
| Sigla | PVS800 - 500KW PVS800-2021 |
| Inseguitori | 1 |
| Ingressi per inseguitore | 12 |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza nominale | 500 kW |
| Potenza massima | 500 kW |
| Potenza massima per inseguitore | 500 kW |
| Tensione nominale | 825 V |
| Tensione massima | 1000 V |
| Tensione minima per inseguitore | 450 V |
| Tensione massima per inseguitore | 825 V |
| Tensione nominale di uscita | 300 Vac |
| Corrente nominale | 1145 A |
| Corrente massima | 1145 A |
| Corrente massima per inseguitore | 1145 A |
| Rendimento | 0,98 |

| Inverter 1 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 2 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 3 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 4 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 570 \text{ W} * 3472 = 1979040 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

| Esposizione | N° moduli | Radiazione solare [kWh/m ²] | Energia [kWh] |
|---------------|-----------|---|---------------|
| Esposizione 1 | 3472 | 1.973,42 | 3.905.468,52 |

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 3599484,7 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

| | |
|--|--------------|
| Perdite per ombreggiamento | 0,0 % |
| Perdite per aumento di temperatura | 4,7 % |
| Perdite di mismatching | 1,0 % |
| Perdite in corrente continua | 0,0 % |
| Altre perdite (sporcizia, tolleranze...) | 0,5 % |
| Perdite per conversione | 1,8 % |
| Perdite totali | 7,8 % |

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

| Mese | Senza ostacoli [kWh] | Produzione reale [kWh] | Perdita [kWh] |
|----------|----------------------|------------------------|---------------|
| Gennaio | 156776,3 | 156776,3 | 0,0 % |
| Febbraio | 189144,3 | 189144,3 | 0,0 % |
| Marzo | 262153,6 | 262153,6 | 0,0 % |
| Aprile | 312985,3 | 312985,3 | 0,0 % |
| Maggio | 366211,2 | 366211,2 | 0,0 % |
| Giugno | 466034,6 | 466034,6 | 0,0 % |
| Luglio | 446631,6 | 446631,6 | 0,0 % |

| | | | |
|-----------|-----------|-----------|-------|
| Agosto | 413026,4 | 413026,4 | 0,0 % |
| Settembre | 335093,0 | 335093,0 | 0,0 % |
| Ottobre | 270928,4 | 270928,4 | 0,0 % |
| Novembre | 226536,4 | 226536,4 | 0,0 % |
| Dicembre | 153963,8 | 153963,8 | 0,0 % |
| Anno | 3599484,7 | 3599484,7 | 0,0 % |

CAVI ELETTRICI E 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 H1Z2Z2-K se in esterno o FG16OR16 se in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ Tipo FS17 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 "+" e del negativo con "-"

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.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto |
| Disposizione: | Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 1x(1x6) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 6 mm ² |

| | |
|--------------------------------|-------------------|
| N° conduttori negativo/neutro: | 0 |
| Sez. negativo/neutro: | 6 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 833,3 A |

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(1x10) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 10 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1 |
| Sez. negativo/neutro: | 10 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 833,3 A |

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Giunzione**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 100 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |

| | |
|--------------------------------|--------------------------------|
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 778,6 A |

Cablaggio: **Q. Giunzione - Q. Inverter**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|--|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 700 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI 20-91 (HEPR) |
| Posa: | D - cavi unipolari con guaina in tubi protettivi circolari o non circolari interrati |
| Disposizione: | Raggruppati in aria, su una superficie, incassati o racchiusi |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | HEPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 778,6 A |

QUADRI ELETTRICI

- **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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 diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- 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.);
- continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che 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.

Il generatore Generatore FV 9 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (530,0 V) maggiore di $V_{mpp\ min.}$ (450,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (696,6 V) inferiore a $V_{mpp\ max.}$ (825,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (860,6 A) inferiore alla corrente massima inverter (1145,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (100,6%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Generatore FV 10

Il generatore è composto da n° 3472 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

| CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO | |
|--|------------------------|
| Tipo di realizzazione: | Impianto FV su terreno |
| Numero di moduli: | 3472 |
| Numero inverter: | 4 |
| Potenza nominale: | 1979040 W |
| Grado di efficienza: | 99 % |

| DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI | |
|------------------------------------|------------------------------------|
| Costruttore: | JINKO SOLAR |
| Sigla: | TR 78M MONOFACCIALE JKM570M-7RL4-V |
| Tecnologia costruttiva: | Silicio monocristallino |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza massima: | 570 W |
| Rendimento: | 20,9 % |
| Tensione nominale: | 44,5 V |
| Tensione a vuoto: | 53,1 V |
| Corrente nominale: | 12,8 A |
| Corrente di corto circuito: | 13,7 A |
| Dimensioni | |
| Dimensioni: | 1134 mm x 2411 mm |
| Peso: | 30,9 kg |

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

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.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza)
- ❑ Ingresso lato cc da generatore fotovoltaico gestibile con poli non connessi a terra, ovvero con sistema IT.
- ❑ Rispondenza alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 110-8.
- ❑ Protezioni per la sconnessione dalla rete per valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e per sovracorrente di guasto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- ❑ Conformità marchio CE.
- ❑ Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).
- ❑ Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.
- ❑ Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.
- ❑ Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 4 inverter.

| Dati costruttivi degli inverter | |
|----------------------------------|----------------------------|
| Costruttore | ABB Spa |
| Sigla | PVS800 - 500KW PVS800-2021 |
| Inseguitori | 1 |
| Ingressi per inseguitore | 12 |
| Caratteristiche elettriche | |
| Potenza nominale | 500 kW |
| Potenza massima | 500 kW |
| Potenza massima per inseguitore | 500 kW |
| Tensione nominale | 825 V |
| Tensione massima | 1000 V |
| Tensione minima per inseguitore | 450 V |
| Tensione massima per inseguitore | 825 V |
| Tensione nominale di uscita | 300 Vac |
| Corrente nominale | 1145 A |
| Corrente massima | 1145 A |
| Corrente massima per inseguitore | 1145 A |
| Rendimento | 0,98 |

| Inverter 1 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |

| | |
|-----------------------|---------|
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 2 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 3 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

| Inverter 4 | MPPT 1 |
|-----------------------|---------------|
| Moduli in serie | 14 |
| Stringhe in parallelo | 62 |
| Esposizioni | Esposizione 1 |
| Tensione di MPP (STC) | 623,7 V |
| Numero di moduli | 868 |

DIMENSIONAMENTO

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 570 \text{ W} * 3472 = 1979040 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

| Esposizione | N° moduli | Radiazione solare [kWh/m ²] | Energia [kWh] |
|---------------|-----------|---|---------------|
| Esposizione 1 | 3472 | 1.973,42 | 3.905.468,52 |

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 3599484,7 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

| | |
|------------------------------------|-------|
| Perdite per ombreggiamento | 0,0 % |
| Perdite per aumento di temperatura | 4,7 % |

| | |
|--|--------------|
| Perdite di mismatching | 1,0 % |
| Perdite in corrente continua | 0,0 % |
| Altre perdite (sporcizia, tolleranze...) | 0,5 % |
| Perdite per conversione | 1,8 % |
| Perdite totali | 7,8 % |

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

| Mese | Senza ostacoli [kWh] | Produzione reale [kWh] | Perdita [kWh] |
|-----------|----------------------|------------------------|---------------|
| Gennaio | 156776,3 | 156776,3 | 0,0 % |
| Febbraio | 189144,3 | 189144,3 | 0,0 % |
| Marzo | 262153,6 | 262153,6 | 0,0 % |
| Aprile | 312985,3 | 312985,3 | 0,0 % |
| Maggio | 366211,2 | 366211,2 | 0,0 % |
| Giugno | 466034,6 | 466034,6 | 0,0 % |
| Luglio | 446631,6 | 446631,6 | 0,0 % |
| Agosto | 413026,4 | 413026,4 | 0,0 % |
| Settembre | 335093,0 | 335093,0 | 0,0 % |
| Ottobre | 270928,4 | 270928,4 | 0,0 % |
| Novembre | 226536,4 | 226536,4 | 0,0 % |
| Dicembre | 153963,8 | 153963,8 | 0,0 % |
| Anno | 3599484,7 | 3599484,7 | 0,0 % |

CAVI ELETTRICI E 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 H1Z2Z2-K se in esterno o FG16OR16 se in cavidotti su percorsi interrati
- Tipo FS17 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 "+" e del negativo con "-"

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.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto |
| Disposizione: | Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 1x(1x6) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 6 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 0 |
| Sez. negativo/neutro: | 6 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 833,3 A |

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 50 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 50 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | S1ZZ-F 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(1x10) |
| N° conduttori positivo/fase: | 1 |
| Sez. positivo/fase: | 10 mm ² |

| | |
|--------------------------------|--------------------|
| N° conduttori negativo/neutro: | 1 |
| Sez. negativo/neutro: | 10 mm ² |
| N° conduttori PE: | |
| Sez. PE: | |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 12,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 833,3 A |

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Giunzione**

| Descrizione | Valore |
|--------------------------------|---|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 100 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR) |
| Posa: | 3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione: | Raggruppati a fascio, annegati |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | EPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 778,6 A |

Cablaggio: **Q. Giunzione - Q. Inverter**

| Descrizione | Valore |
|-------------------------------|--|
| Identificazione: | |
| Lunghezza complessiva: | 700 m |
| Lunghezza di dimensionamento: | 700 m |
| Circuiti in prossimità: | 1 |
| Temperatura ambiente: | 30° |
| Tabella: | CEI 20-91 (HEPR) |
| Posa: | D - cavi unipolari con guaina in tubi protettivi circolari o non circolari interrati |

| | |
|--------------------------------|---|
| Disposizione: | Raggruppati in aria, su una superficie, incassati o racchiusi |
| Tipo cavo: | Unipolare |
| Materiale: | Rame |
| Designazione: | FG7R 0.6/1 kV |
| Tipo di isolante: | HEPR |
| Formazione: | 2x(8x70)+1G35 |
| N° conduttori positivo/fase: | 8 |
| Sez. positivo/fase: | 70 mm ² |
| N° conduttori negativo/neutro: | 8 |
| Sez. negativo/neutro: | 70 mm ² |
| N° conduttori PE: | 1 |
| Sez. PE: | 35 mm ² |
| Tensione nominale: | 624 V |
| Corrente d'impiego: | 76,8 A |
| Corrente di c.c. moduli | 778,6 A |

QUADRI ELETTRICI

□ **Quadro di campo lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

□ **Quadro di parallelo lato corrente alternata**

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica.

SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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 diodo di blocco e di protezioni contro le sovratensioni.

Ai fini della sicurezza, se la rete di utente o parte di essa è ritenuta non idonea a sopportare la maggiore intensità di corrente disponibile (dovuta al contributo dell'impianto fotovoltaico), la rete stessa o la parte interessata dovrà essere opportunamente protetta.

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

VERIFICHE

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche

tecnico-funzionali:

- ❑ 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.);
- ❑ continuità elettrica e connessioni tra moduli;
- ❑ messa a terra di masse e scaricatori;
- ❑ isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;

L'impianto deve essere realizzato con componenti che 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.

Il generatore Generatore FV 10 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (530,0 V) maggiore di $V_{mpp\ min.}$ (450,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (696,6 V) inferiore a $V_{mpp\ max.}$ (825,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (816,3 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (860,6 A) inferiore alla corrente massima inverter (1145,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (100,6%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

| TABELLA TIPICA DI RIEPILOGO CAVI PER OGNI SOTTOCAMPO | | | | | |
|---|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------|
| Codice | Costruttore | Form. | Des. | Descrizione | Lc |
| Cavo di stringa | | 1x(1x6) | S1ZZ-F 0.6/1 kV | | 150 m |
| Stringa - Q. Campo | | 2x(1x10) | S1ZZ-F 0.6/1 kV | | 200 m |
| Q. Campo - Q. Giunzione | | 2x(8x70) +1G35 | FG7R 0.6/1 kV | | 18700 m |
| Q. Giunzione - Q. Inverter | | 2x(8x70) +1G35 | FG7R 0.6/1 kV | | 23800 m |
| Stringa - Q. Inverter | | 2x(1x10) | S1ZZ-F 0.6/1 kV | | 100 m |

RIFERIMENTI NORMATIVI

La normativa e le leggi di riferimento da rispettare per la progettazione e realizzazione degli impianti fotovoltaici sono:

1) Moduli fotovoltaici

- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;

- CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;
- CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

2) Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;
- CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

3) Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- UNI/TR 11328-1:2009 "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".

4) Impianti elettrici e fotovoltaici

- CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;
- EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;
- 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 EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): 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 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;
- CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);
- CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);
- CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)
- CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);
- CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;

- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;
- 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 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

5) Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

- CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
- CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrati delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

CONCLUSIONI

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- 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 DM 37/2008;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- certificati di garanzia relativi alle apparecchiature installate;
- garanzia sull'intero impianto e sulle relative prestazioni di funzionamento.

La ditta installatrice, oltre ad eseguire scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto, dovrà eseguire tutti i lavori nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.