

# PROGETTO DEFINITIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
DI POTENZA NOMINALE PARI A 10 kW  
DENOMINATO  
Impianto fotovoltaico 10 kW

SITO NEL COMUNE DI  
San Martino di Lupari  
Via Sant'Antonio 139  
35018 - Padova

## COMMITTENTE:

Mario Bianchi  
San Martino di Lupari  
via Sant'Antonio 139 35018 - Padova

Allegati:

- *Schema unifilare dell'impianto;*
- *Schema Planimetrico.*

## DATA

05/07/2021

## IL TECNICO

*Rossi Paolo*  
*Electro Graphics Srl*

## SOMMARIO

|                                      |    |
|--------------------------------------|----|
| DATI GENERALI DELL'IMPIANTO .....    | 3  |
| SITO DI INSTALLAZIONE .....          | 3  |
| DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO .....  | 3  |
| DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....      | 4  |
| SISTEMA DI ACCUMULO .....            | 4  |
| EMISSIONI .....                      | 4  |
| RADIAZIONE SOLARE .....              | 5  |
| ESPOSIZIONI .....                    | 6  |
| Generatore fotovoltaico .....        | 11 |
| GRUPPO DI CONVERSIONE .....          | 11 |
| DIMENSIONAMENTO .....                | 14 |
| Cavi elettrici e cablaggi .....      | 15 |
| Quadri elettrici .....               | 20 |
| VERIFICHE .....                      | 21 |
| PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO .....      | 22 |
| SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO ..... | 25 |
| RIFERIMENTI NORMATIVI .....          | 26 |
| CONCLUSIONI .....                    | 28 |

## DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

---

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza nominale di 10 kW e potenza di picco di 10,98 kWp.

| COMMITTENTE                 |   |
|-----------------------------|---|
| Committente:                | Bianchi Mario                                   |
| Indirizzo:                  | via Sant'Antonio 139 35018San Martino di Lupari |
| Codice fiscale/Partita IVA: | BNCMRA60A01C743G                                |
| Telefono:                   | 32285146589                                     |
| Fax:                        |   |
| E-mail:                     |   |

## SITO DI INSTALLAZIONE

---

L'impianto Impianto fotovoltaico 10 kW presenta le seguenti caratteristiche: Realizzazione nuovo impianto fotovoltaico da 10 kW nominali, con pannelli posizionati su n° 2 falde orientate a -10° est.

| DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE |  |
|--|--|
| Località:                                    | San Martino di Lupari 35018 Via Sant'Antonio 139 |
| Latitudine:                                  | 045° 38'49"N                                     |
| Longitudine:                                 | 011° 52'53"E                                     |
| Altitudine:                                  | 40 m   |
| Fonte dati climatici:                        | UNI 10349  |
| Albedo:                                      | 0 %  |

## DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

---

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

Per gli impianti verranno rispettate le seguenti condizioni (*da effettuare per ciascun "generatore fotovoltaico", inteso come insieme di moduli fotovoltaici con stessa inclinazione e stesso orientamento*):

in fase di avvio dell'impianto fotovoltaico, il rapporto fra l'energia o la potenza prodotta in corrente alternata e l'energia o la potenza producibile in corrente alternata (determinata in funzione dell'irraggiamento solare incidente sul piano dei moduli, della potenza nominale dell'impianto e della temperatura di funzionamento dei moduli) sia almeno superiore a 0,78 nel caso di utilizzo di inverter di potenza fino a 20 kW e 0,8 nel caso di utilizzo di inverter di potenza superiore, nel rispetto delle condizioni di misura e dei metodi di calcolo descritti nella medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

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

## DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° 36 moduli fotovoltaici e da n° 2 inverter con tipo di realizzazione Incentivo 1 .

La potenza di picco è di 10,98 kWp per una produzione di 13.083,5 kWh annui distribuiti su una superficie di 60,12 m<sup>2</sup>.

Modalità di connessione alla rete Monofase in Bassa tensione con tensione di fornitura 231 V.

## SISTEMA DI ACCUMULO

E' attivo un sistema di accumulo di energia in configurazione Lato produzione DC monodirezionale, con capacità di accumulo pari a 5,1 kWh, per una carica iniziale del 90 % ed efficienza del 96 %.

| SISTEMA DI ACCUMULO                |                   |
|------------------------------------|-------------------|
| Costruttore:                       | BYD               |
| Serie / Sigla:                     | B-Box HVS HVS 5.1 |
| Caratteristiche elettriche lato DC |                   |
| Capacità nominale:                 | 5,1 kWh           |
| Potenza nominale:                  | 5,1 kW            |
| Potenza in ingresso:               | 5,1 kW            |
| Potenza apparente:                 | 5,1 kVA           |
| Tensione nominale:                 | 204,8 V           |
| Efficienza:                        | 96 %              |

## EMISSIONI

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

| Equivalenti di produzione termoelettrica |          |
|--|----------|
| Anidride solforosa (SO <sub>2</sub> ):   | 9,17 kg  |
| Ossidi di azoto (NO <sub>x</sub> ):      | 11,54 kg |
| Polveri:                                 | 0,41 kg  |
| Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):   | 6,82 t   |

| Equivalenti di produzione geotermica                       |          |
|--|----------|
| Idrogeno solforato (H <sub>2</sub> S) (fluido geotermico): | 0,40 kg  |
| Anidride carbonica (CO <sub>2</sub> ):                     | 0,08 t   |
| Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):                  | 3,27 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 San Martino di Lupari.

**TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE**

| Mese      | Totale giornaliero<br>[MJ/m <sup>2</sup> ] | Totale mensile<br>[MJ/m <sup>2</sup> ] |
|-----------|--|--|
| Gennaio   | 4,11                                       | 127,41                                 |
| Febbraio  | 8,64                                       | 241,92                                 |
| Marzo     | 12,68                                      | 393,08                                 |
| Aprile    | 14,42                                      | 432,6                                  |
| Maggio    | 19,6                                       | 607,6                                  |
| Giugno    | 24,5                                       | 735                                    |
| Luglio    | 22,96                                      | 711,76                                 |
| Agosto    | 18,73                                      | 580,63                                 |
| Settembre | 13,7                                       | 411                                    |
| Ottobre   | 8,64                                       | 267,84                                 |
| Novembre  | 4,67                                       | 140,1                                  |
| Dicembre  | 4,23                                       | 131,13                                 |

**TABELLA PRODUZIONE ENERGIA**

| Mese      | Totale giornaliero<br>[kWh] | Totale mensile<br>[kWh] |
|-----------|-----------------------------|-------------------------|
| Gennaio   | 13,646                      | 423,016                 |
| Febbraio  | 27,861                      | 780,112                 |
| Marzo     | 37,362                      | 1158,231                |
| Aprile    | 38,346                      | 1150,373                |
| Maggio    | 50,012                      | 1550,386                |
| Giugno    | 61,673                      | 1850,184                |
| Luglio    | 58,267                      | 1806,269                |
| Agosto    | 48,556                      | 1505,234                |
| Settembre | 37,411                      | 1122,34                 |
| Ottobre   | 25,625                      | 794,37                  |
| Novembre  | 15,409                      | 462,283                 |
| Dicembre  | 15,506                      | 480,674                 |

## ESPOSIZIONI

---

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuiti su 2 esposizioni come di seguito definite:

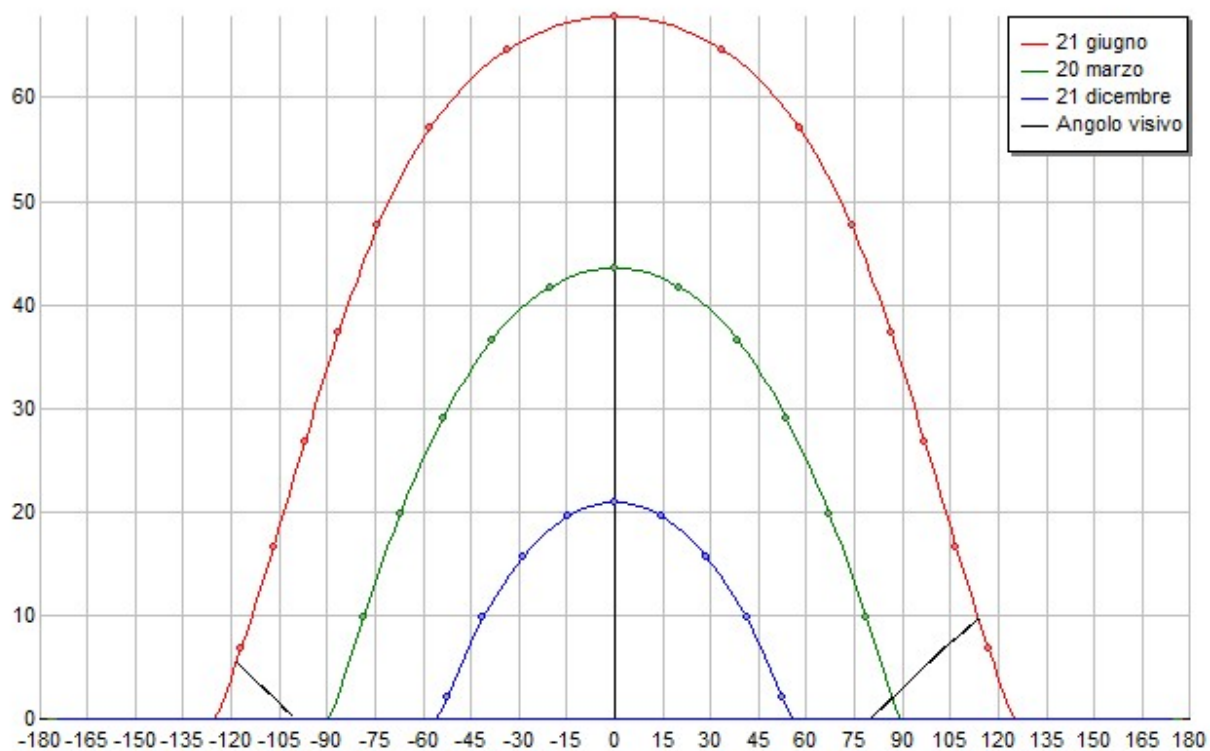
| Descrizione | Tipo realizzazione | Tipo installazione | Orient. | Inclin. | Ombr. |
|-------------|--------------------|--------------------|---------|---------|-------|
| Falda DX    | Incentivo 1        | Inclinazione fissa | -10°    | 17°     | 0 %   |
| Falda SX    | Incentivo 1        | Inclinazione fissa | -10°    | 17°     | 0 %   |

## Falda DX

Falda DX sarà esposta con un orientamento di  $-10,00^\circ$  (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di  $17,00^\circ$  (tilt).

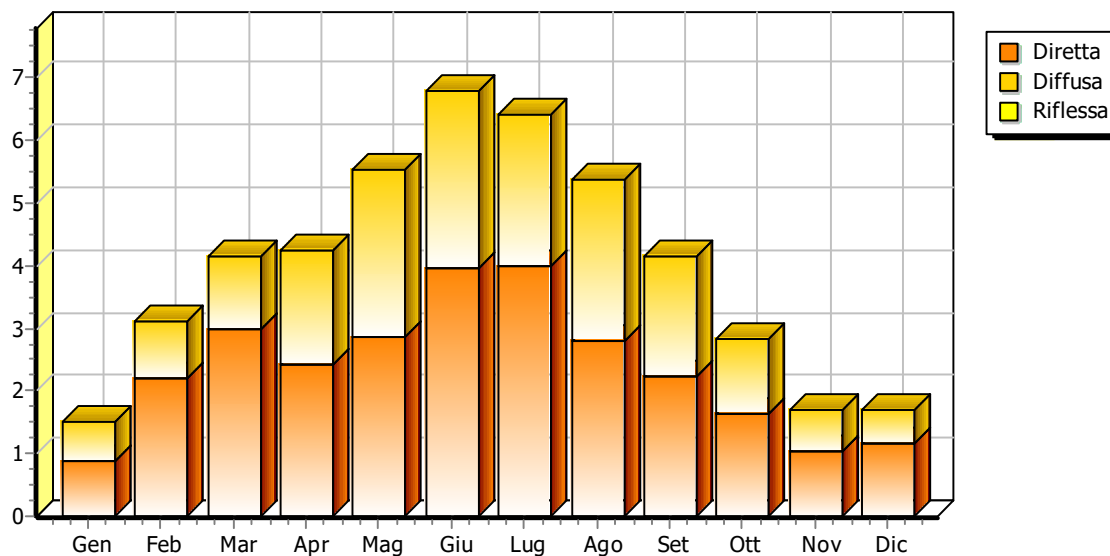
La produzione di energia dell'esposizione Falda DX è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

### DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO



## DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

Radiazione solare giornaliera media sul piano dei moduli (kWh/m<sup>2</sup>)



## TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

| Mese      | Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ] | Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ] | Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ] | Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ] | Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ] |
|-----------|--|--|---|--|--------------------------------------|
| Gennaio   | 0,869                                    | 0,628                                    | 0   | 1,496                                    | 46,389                               |
| Febbraio  | 2,204                                    | 0,891                                    | 0   | 3,096                                    | 86,679                               |
| Marzo     | 2,987                                    | 1,147                                    | 0   | 4,134                                    | 128,149                              |
| Aprile    | 2,42                                     | 1,815                                    | 0   | 4,235                                    | 127,036                              |
| Maggio    | 2,856                                    | 2,66                                     | 0   | 5,516                                    | 170,987                              |
| Giugno    | 3,962                                    | 2,831                                    | 0   | 6,793                                    | 203,784                              |
| Luglio    | 4,003                                    | 2,418                                    | 0   | 6,422                                    | 199,068                              |
| Agosto    | 2,807                                    | 2,57                                     | 0   | 5,377                                    | 166,683                              |
| Settembre | 2,223                                    | 1,913                                    | 0   | 4,136                                    | 124,086                              |
| Ottobre   | 1,637                                    | 1,196                                    | 0   | 2,833                                    | 87,82                                |
| Novembre  | 1,037                                    | 0,658                                    | 0   | 1,695                                    | 50,837                               |
| Dicembre  | 1,164                                    | 0,538                                    | 0   | 1,702                                    | 52,76                                |

## STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 17°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

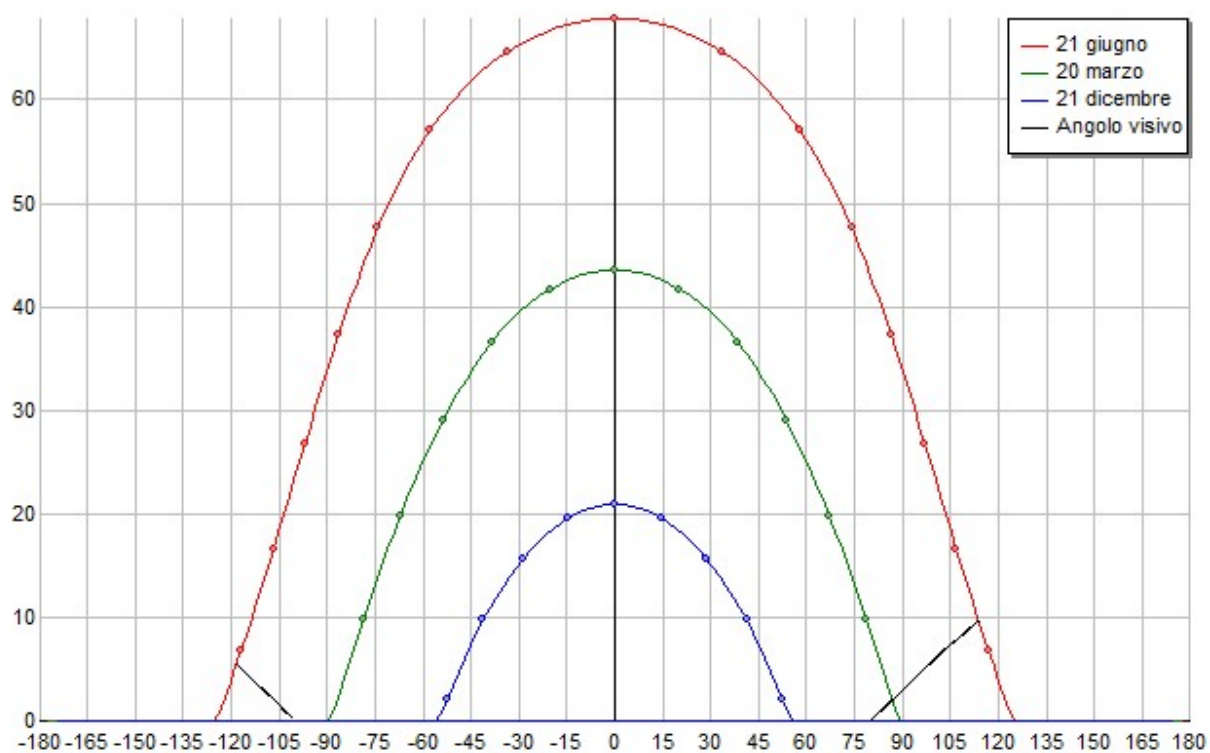


## Falda SX

Falda SX sarà esposta con un orientamento di  $-10,00^\circ$  (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di  $17,00^\circ$  (tilt).

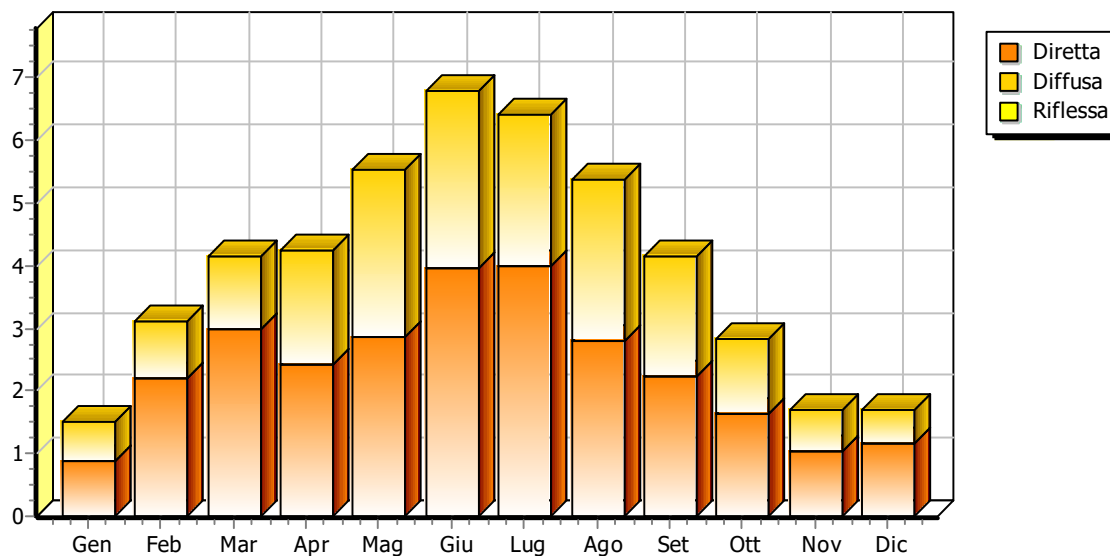
La produzione di energia dell'esposizione Falda SX è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

### DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO



## DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

Radiazione solare giornaliera media sul piano dei moduli (kWh/m<sup>2</sup>)



## TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

| Mese      | Radiazione Diretta [kWh/m <sup>2</sup> ] | Radiazione Diffusa [kWh/m <sup>2</sup> ] | Radiazione Riflessa [kWh/m <sup>2</sup> ] | Totale giornaliero [kWh/m <sup>2</sup> ] | Totale mensile [kWh/m <sup>2</sup> ] |
|-----------|--|--|---|--|--------------------------------------|
| Gennaio   | 0,869                                    | 0,628                                    | 0   | 1,496                                    | 46,389                               |
| Febbraio  | 2,204                                    | 0,891                                    | 0   | 3,096                                    | 86,679                               |
| Marzo     | 2,987                                    | 1,147                                    | 0   | 4,134                                    | 128,149                              |
| Aprile    | 2,42                                     | 1,815                                    | 0   | 4,235                                    | 127,036                              |
| Maggio    | 2,856                                    | 2,66                                     | 0   | 5,516                                    | 170,987                              |
| Giugno    | 3,962                                    | 2,831                                    | 0   | 6,793                                    | 203,784                              |
| Luglio    | 4,003                                    | 2,418                                    | 0   | 6,422                                    | 199,068                              |
| Agosto    | 2,807                                    | 2,57                                     | 0   | 5,377                                    | 166,683                              |
| Settembre | 2,223                                    | 1,913                                    | 0   | 4,136                                    | 124,086                              |
| Ottobre   | 1,637                                    | 1,196                                    | 0   | 2,833                                    | 87,82                                |
| Novembre  | 1,037                                    | 0,658                                    | 0   | 1,695                                    | 50,837                               |
| Dicembre  | 1,164                                    | 0,538                                    | 0   | 1,702                                    | 52,76                                |

## STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 17°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

## Generatore fotovoltaico

---

Il generatore è composto da n° 36 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:                      | Incentivo 1 |
| Numero di moduli:                           | 36          |
| Numero inverter:                            | 2           |
| Potenza nominale:                           | 10 kW       |
| Potenza di picco:                           | 10,98 kWp   |
| Performance ratio:                          | 82,5 %      |

| DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI |                            |
|-----------------------------|----------------------------|
| Costruttore:                | REC SOLAR                  |
| Serie / Sigla:              | N-PEAK BLACK REC305NPBlack |
| Tecnologia costruttiva:     | Silicio monocristallino    |
| Caratteristiche elettriche  |                            |
| Potenza massima:            | 305 Wp                     |
| Rendimento:                 | 18,3 %                     |
| Tensione nominale:          | 33,3 V                     |
| Tensione a vuoto:           | 39,3 V                     |
| Corrente nominale:          | 9,2 A                      |
| Corrente di corto circuito: | 10,1 A                     |
| Dimensioni                  |                            |
| Dimensioni:                 | 997 mm x 1675 mm           |
| Peso:                       | 18 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 0-21 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 0-21 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 2 inverter.

| Dati costruttivi degli inverter   |                         |
|-----------------------------------|-------------------------|
| Costruttore:                      | HUAWEI                  |
| Serie / Sigla:                    | SUN2000 SUN2000-5KTL-L1 |
| Inseguitori:                      | 2                       |
| Ingressi per inseguitore:         | 2                       |
| Caratteristiche elettriche        |                         |
| Potenza nominale:                 | 5 kW                    |
| Potenza massima:                  | 5,1 kW                  |
| Potenza massima per inseguitore:  | 2,5 kW                  |
| Tensione nominale:                | 360 V                   |
| Tensione massima:                 | 600 V                   |
| Tensione minima per inseguitore:  | 90 V                    |
| Tensione massima per inseguitore: | 560 V                   |
| Tensione nominale di uscita:      | 230 Vac                 |
| Corrente nominale:                | 25 A                    |
| Corrente massima:                 | 25 A                    |
| Corrente massima per inseguitore: | 12,5 A                  |
| Rendimento:                       | 0,98                    |

| Inverter 1       | MPPT 1 | MPPT 2 |
|------------------|--------|--------|
| Moduli in serie: | 9      | 9      |

|                        |          |          |
|------------------------|----------|----------|
| Stringhe in parallelo: | 1        | 1        |
| Esposizioni:           | Falda DX | Falda DX |
| Tensione di MPP (STC): | 299,7 V  | 299,7 V  |
| Numero di moduli:      | 9        | 9        |

| <b>Inverter 2</b>      | <b>MPPT 1</b> | <b>MPPT 2</b> |
|------------------------|---------------|---------------|
| Moduli in serie:       | 9             | 9             |
| Stringhe in parallelo: | 1             | 1             |
| Esposizioni:           | Falda SX      | Falda SX      |
| Tensione di MPP (STC): | 299,7 V       | 299,7 V       |
| Numero di moduli:      | 9             | 9             |

## DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 305 \text{ Wp} * 36 = 10,98 \text{ kWp}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m<sup>2</sup> a 25°C di temperatura) si calcola come:

| Esposizione | N° moduli | Radiazione solare [kWh/m <sup>2</sup> ] | Energia [kWh] |
|-------------|-----------|---|---------------|
| Falda DX    | 18        | 1.444,28                                | 7.929,09      |
| Falda SX    | 18        | 1.444,28                                | 7.929,09      |

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 13083,5 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

|   |               |
|---|---------------|
| Perdite per ombreggiamento:               | 2,3 %         |
| Perdite per aumento di temperatura:       | 3,7 %         |
| Perdite di mismatching:                   | 5,0 %         |
| Perdite in corrente continua:             | 0,7 %         |
| Altre perdite (sporcizia, tolleranze...): | 5,0 %         |
| Perdite per conversione:                  | 2,2 %         |
| <b>Perdite totali:</b>                    | <b>17,5 %</b> |

### TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

| Mese      | Senza ostacoli [kWh] | Produzione reale [kWh] | Perdita [kWh] |
|-----------|----------------------|------------------------|---------------|
| Gennaio   | 429,9                | 423,0                  | -1,6 %        |
| Febbraio  | 803,3                | 780,1                  | -2,9 %        |
| Marzo     | 1187,6               | 1158,2                 | -2,5 %        |
| Aprile    | 1177,3               | 1150,4                 | -2,3 %        |
| Maggio    | 1584,6               | 1550,4                 | -2,2 %        |
| Giugno    | 1888,6               | 1850,2                 | -2,0 %        |
| Luglio    | 1844,9               | 1806,3                 | -2,1 %        |
| Agosto    | 1544,7               | 1505,2                 | -2,6 %        |
| Settembre | 1150,0               | 1122,3                 | -2,4 %        |
| Ottobre   | 813,9                | 794,4                  | -2,4 %        |
| Novembre  | 471,1                | 462,3                  | -1,9 %        |
| Dicembre  | 489,0                | 480,7                  | -1,7 %        |
| Anno      | 13384,8              | 13083,5                | -2,3 %        |

## 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 FG21 se in esterno o FG16 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:               | 1x4 H1Z2Z2-K 1 KV - nero<br>1x4 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso                              |
| Lunghezza complessiva:         | 20 m   |
| Lunghezza di dimensionamento:  | 5 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 distanziati da pareti |
| Disposizione:                  | Raggruppati a fascio, annegati   |
| Tipo cavo:                     | Unipolare  |
| Materiale:                     | Rame   |
| Designazione:                  | H1Z2Z2-K   |
| Tipo di isolante:              | EPR  |
| Formazione:                    | 2x(1x4)  |
| N° conduttori positivo/fase:   | 1  |
| Sez. positivo/fase:            | 4 mm <sup>2</sup>  |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1  |
| Sez. negativo/neutro:          | 4 mm <sup>2</sup>  |
| N° conduttori PE:              |  |
| Sez. PE:                       |  |

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| Tensione nominale:      | 299,7 V |
| Corrente d'impiego:     | 9,2 A   |
| Corrente di c.c. moduli | 10,1 A  |

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

| Descrizione                    | Valore  |
|--------------------------------|---|
| Identificazione:               | 1x4 H1Z2Z2-K 1 KV - nero<br>1x4 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso                         |
| Lunghezza complessiva:         | 101,75 m  |
| Lunghezza di dimensionamento:  | 30,39 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:                  | H1Z2Z2-K  |
| Tipo di isolante:              | EPR   |
| Formazione:                    | 2x(1x4)   |
| N° conduttori positivo/fase:   | 1   |
| Sez. positivo/fase:            | 4 mm <sup>2</sup>   |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1   |
| Sez. negativo/neutro:          | 4 mm <sup>2</sup>   |
| N° conduttori PE:              |   |
| Sez. PE:                       |   |
| Tensione nominale:             | 299,7 V   |
| Corrente d'impiego:            | 9,2 A   |
| Corrente di c.c. moduli        | 10,1 A  |

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

| Descrizione                   | Valore  |
|-------------------------------|---|
| Identificazione:              | 1x4 H1Z2Z2-K 1 KV - nero<br>1x4 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso                         |
| Lunghezza complessiva:        | 13,17 m   |
| Lunghezza di dimensionamento: | 4,06 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:                  | H1Z2Z2-K          |
| Tipo di isolante:              | PVC               |
| Formazione:                    | 2x(1x4)           |
| N° conduttori positivo/fase:   | 1                 |
| Sez. positivo/fase:            | 4 mm <sup>2</sup> |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1                 |
| Sez. negativo/neutro:          | 4 mm <sup>2</sup> |
| N° conduttori PE:              |                   |
| Sez. PE:                       |                   |
| Tensione nominale:             | 299,7 V           |
| Corrente d'impiego:            | 9,2 A             |
| Corrente di c.c. moduli        | 10,1 A            |

#### Cablaggio: Q. Inverter - Q. Parallelo

| Descrizione                    | Valore  |
|--------------------------------|---|
| Identificazione:               | FG18OM16 0.6/1 kV - 3G6   |
| Lunghezza complessiva:         | 3,64 m  |
| Lunghezza di dimensionamento:  | 2,27 m  |
| Circuiti in prossimità:        | 1   |
| Temperatura ambiente:          | 30°   |
| Tabella:                       | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)  |
| Posa:                          | 3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti |
| Disposizione:                  | Raggruppati a fascio, annegati                                      |
| Tipo cavo:                     | Multipolare   |
| Materiale:                     | Rame  |
| Designazione:                  | FG18OM16 0.6/1 kV   |
| Tipo di isolante:              | EPR   |
| Formazione:                    | 3G6   |
| N° conduttori positivo/fase:   | 1   |
| Sez. positivo/fase:            | 6 mm <sup>2</sup>   |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1   |
| Sez. negativo/neutro:          | 6 mm <sup>2</sup>   |
| N° conduttori PE:              | 1   |
| Sez. PE:                       | 6 mm <sup>2</sup>   |
| Tensione nominale:             | 231 V   |
| Corrente d'impiego:            | 23,2 A  |

#### Cablaggio: Q. Parallelo - Q. Misura

| Descrizione            | Valore                  |
|------------------------|-------------------------|
| Identificazione:       | FG18OM16 0.6/1 kV - 3G6 |
| Lunghezza complessiva: | 2,08 m                  |

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| Lunghezza di dimensionamento:  | 2,08 m   |
| Circuiti in prossimità:        | 1  |
| Temperatura ambiente:          | 30°  |
| Tabella:                       | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)                                   |
| Posa:                          | 11 - cavi multipolari, con o senza armatura posati su pareti |
| Disposizione:                  | Singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate |
| Tipo cavo:                     | Multipolare  |
| Materiale:                     | Rame   |
| Designazione:                  | FG18OM16 0.6/1 kV  |
| Tipo di isolante:              | EPR  |
| Formazione:                    | 3G6  |
| N° conduttori positivo/fase:   | 1  |
| Sez. positivo/fase:            | 6 mm <sup>2</sup>  |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1  |
| Sez. negativo/neutro:          | 6 mm <sup>2</sup>  |
| N° conduttori PE:              | 1  |
| Sez. PE:                       | 6 mm <sup>2</sup>  |
| Tensione nominale:             | 231 V  |
| Corrente d'impiego:            | 46,5 A   |

#### Cablaggio: Q. Misura - Rete

| Descrizione                    | Valore   |
|--------------------------------|--|
| Identificazione:               | FG18OM16 0.6/1 kV - 3G6  |
| Lunghezza complessiva:         | 0 m  |
| Lunghezza di dimensionamento:  | 0 m  |
| Circuiti in prossimità:        | 1  |
| Temperatura ambiente:          | 30°  |
| Tabella:                       | CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)                                     |
| Posa:                          | 15 - cavi multipolari, con o senza armatura fissati da collari |
| Disposizione:                  | Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno            |
| Tipo cavo:                     | Multipolare  |
| Materiale:                     | Rame   |
| Designazione:                  | FG18OM16 0.6/1 kV  |
| Tipo di isolante:              | EPR  |
| Formazione:                    | 3G6  |
| N° conduttori positivo/fase:   | 1  |
| Sez. positivo/fase:            | 6 mm <sup>2</sup>  |
| N° conduttori negativo/neutro: | 1  |
| Sez. negativo/neutro:          | 6 mm <sup>2</sup>  |
| N° conduttori PE:              | 1  |
| Sez. PE:                       | 6 mm <sup>2</sup>  |
| Tensione nominale:             | 231 V  |
| Corrente d'impiego:            | 46,5 A   |

| Tabella cavi |                              |         |                      |                        |                   |                   |         |
|--------------|------------------------------|---------|----------------------|------------------------|-------------------|-------------------|---------|
| Sigla        | Descrizione                  | Form.   | Des.                 | Codice                 | Origine           | Dest.             | Lc      |
| W00          | Cavo di stringa 1            | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 |                   | Stringa 1         | 5 m     |
| W01          | Cavo stringa A 1-A Q.1       | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 | Stringa A<br>1    | A Q.1             | 20,47 m |
| W02          | Cavo di stringa 2            | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 |                   | Stringa 2         | 5 m     |
| W03          | Cavo stringa A 2-A Q.1       | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 | Stringa A<br>2    | A Q.1             | 21,57 m |
| W04          | Cavo di stringa 3            | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 |                   | Stringa 3         | 5 m     |
| W05          | Cavo stringa A 3-A Q.2       | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 | Stringa A<br>3    | A Q.2             | 29,32 m |
| W06          | Cavo di stringa 4            | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 |                   | Stringa 4         | 5 m     |
| W07          | Cavo stringa A 4-A Q.2       | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 | Stringa A<br>4    | A Q.2             | 30,39 m |
| W08          | Cavo A Q.1-inverter A<br>I.1 | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 | A Q.1             | inverter A<br>I.1 | 2,53 m  |
| W09          | Cavo A Q.1-inverter A<br>I.1 | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 | A Q.1             | inverter A<br>I.1 | 2,53 m  |
| W10          | Cavo A Q.2-inverter A<br>I.2 | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 | A Q.2             | inverter A<br>I.2 | 4,06 m  |
| W11          | Cavo A Q.2-inverter A<br>I.2 | 2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | CVPIR2081<br>CVPIR2083 | A Q.2             | inverter A<br>I.2 | 4,06 m  |
| W12          | Cavo inverter A I.1-q.p.     | 3G6     | FG18OM16<br>0.6/1 kV | CVPIR2737              | inverter A<br>I.1 | q.p.              | 2,27 m  |
| W13          | Cavo inverter A I.2-q.p.     | 3G6     | FG18OM16<br>0.6/1 kV | CVPIR2737              | inverter A<br>I.2 | q.p.              | 1,37 m  |
| W14          | Cavo q.p.-q.m.               | 3G6     | FG18OM16<br>0.6/1 kV | CVPIR2737              | q.p.              | q.m.              | 2,08 m  |
| W15          | Q. Misura - Rete             | 3G6     | FG18OM16<br>0.6/1 kV | CVPIR2737              | Q. Misura         | Rete              | 0 m     |

| Tabella di riepilogo cavi |                         |              |                      |                           |          |
|---------------------------|-------------------------|--------------|----------------------|---------------------------|----------|
| Codice                    | Costruttore             | Form.        | Des.                 | Descrizione               | Lc       |
| CVPIR2081                 | PIRELLI CAVI<br>SISTEMI | e<br>2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | 1x4 H1Z2Z2-K 1 KV - nero  | 134,92 m |
| CVPIR2083                 | PIRELLI CAVI<br>SISTEMI | e<br>2x(1x4) | H1Z2Z2-K             | 1x4 H1Z2Z2-K 1 KV - rosso | 134,92 m |
| CVPIR2737                 | PIRELLI CAVI<br>SISTEMI | e<br>3G6     | FG18OM16<br>0.6/1 kV | FG18OM16 0.6/1 kV - 3G6   | 5,72 m   |

## 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 e-Distribuzione SpA.

## SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

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 fotovoltaico soddisfa le seguenti condizioni:

### **Limiti in tensione**

Tensione minima  $V_n$  a 70,00 °C (256,7 V) maggiore di  $V_{mpp \text{ min.}}$  (90,0 V)

Tensione massima  $V_n$  a -10,00 °C (333,1 V) inferiore a  $V_{mpp \text{ max.}}$  (560,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (387,1 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (600,0 V)

Tensione a vuoto  $V_o$  a -10,00 °C (387,1 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

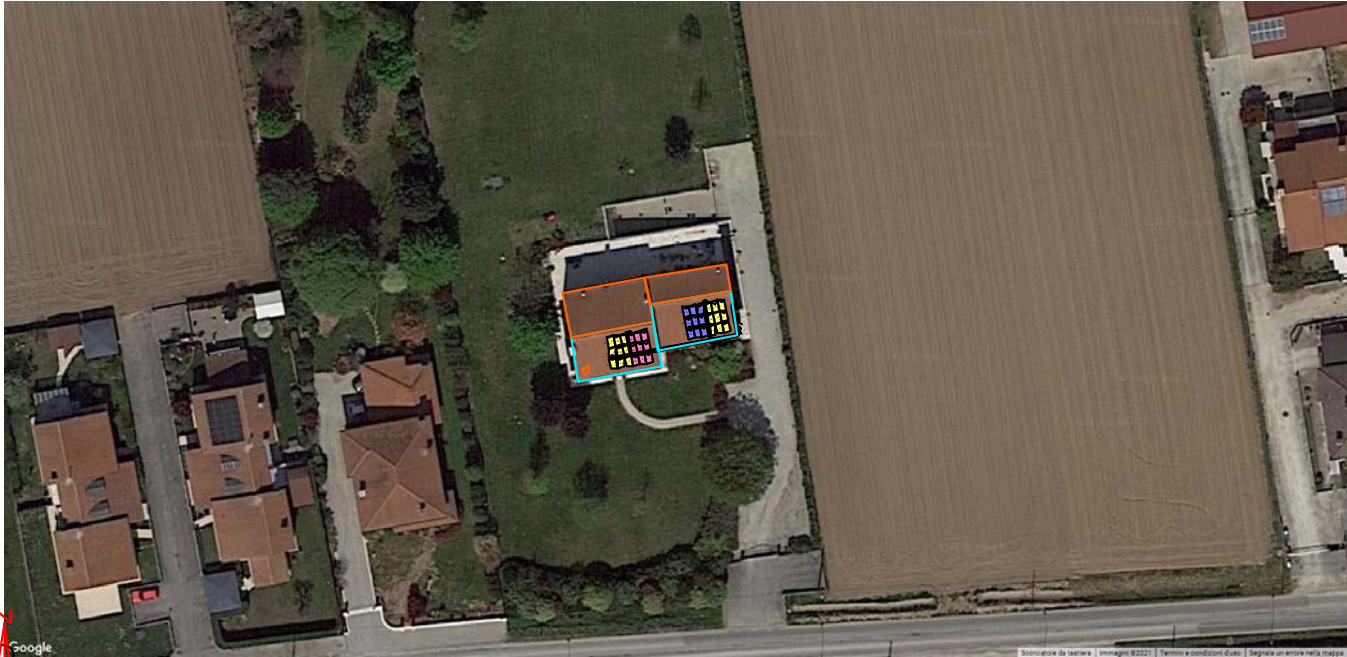
### **Limiti in corrente**

Corrente massima di ingresso riferita a  $I_{sc}$  (10,1 A) inferiore alla corrente massima inverter (12,5 A)

### **Limiti in potenza**

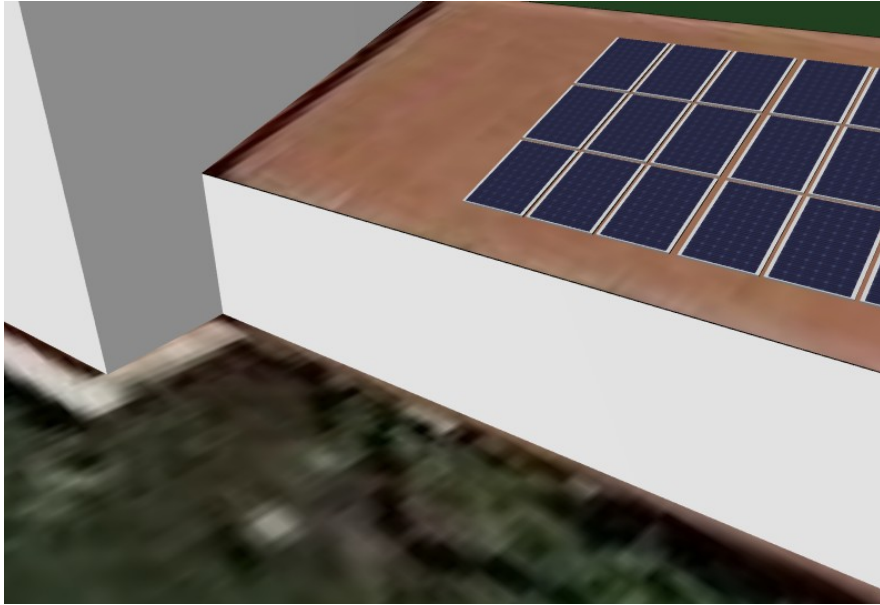
Dimensionamento in potenza (107,7%) compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1/MPPT 1]

PLANIMETRIA DELL'IMPIANTO



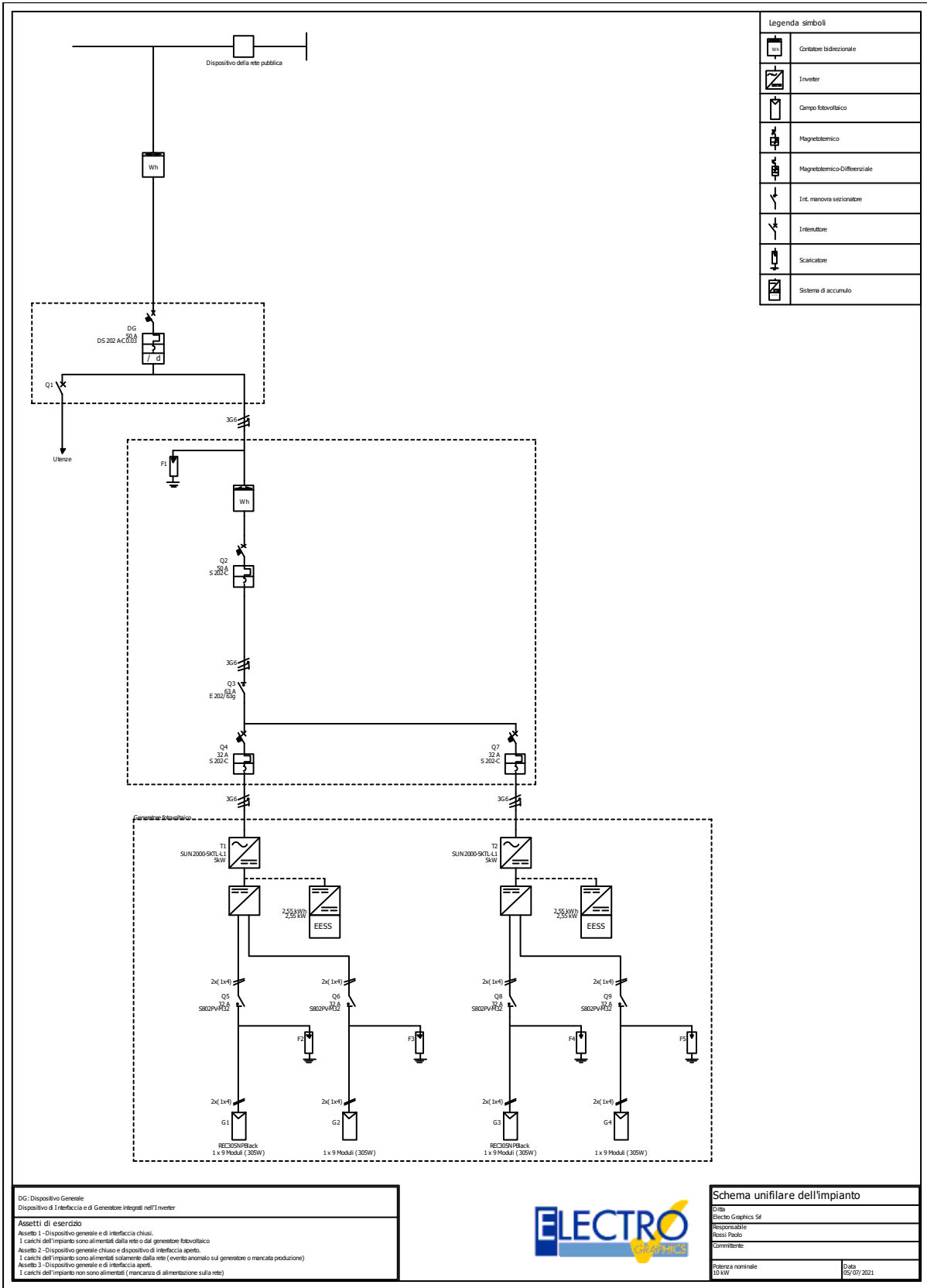








# SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO



## 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 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- 

### 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 integrato 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;
- ❑ 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.