



comune  
**Carsoli**



regione  
**Abruzzo**

provincia  
**L'Aquila**



## PROGETTO ESECUTIVO

# PROGETTO PER L'ADEGUAMENTO STRUTTURALE DELL'EDIFICIO SEDE DEL MUNICIPIO DI CARSOLI (AQ)

localizzazione

**CARSOLI,  
P.zza della Libertà, n°1  
Fg. 69 - Part.IIIa 16**

data

**Ottobre 2015**

tavola

**R1\_IMP**

scale

-

descrizione

elaborato

**Relazione Specialistica dell'impianto fotovoltaico**

committente

**COMUNE DI CARSOLI  
P.zza della Libertà n°1  
67061 - CARSOLI (AQ)**

Revisione elaborato:

data




Studio Tecnico Associato Progetto Integrato, Via Silvio Spaventa n°10, SULMONA (AQ)  
tel.0864-51619 - fax. 0864-950372 - email: studiotecnico@progettointegrato.it - www.progettointegrato.it

**Ing. Massimo Gerosolimo Porziella**



## **PREMESSA**

### **Oggetto**

Oggetto della presente relazione è la progettazione esecutiva dell'**impianto fotovoltaico (FV)** da installare presso il seguente complesso:

**Sede municipale**  
Comune di **Carsoli (AQ)**

La *alimentazione normale* avviene tramite rete pubblica con sistema TT F+N

La presente relazione illustra:

- i criteri seguiti per la progettazione
- le indicazioni per la scelta dei materiali e la esecuzione degli impianti
- le indicazioni per l'esercizio degli impianti

### **Aspetti particolari**

La progettazione riguarda un sistema fotovoltaico (utilizzante lo **scambio sul posto**) avente le seguenti caratteristiche:

- impianto tipo **“grid connect”** cioè connesso alla rete di distribuzione
- l'impianto realizza lo **scambio sul posto**

## **NORMATIVA**

### **Normativa di riferimento per il progetto**

La normativa di riferimento per il progetto preliminare (di massima) dell'impianto fotovoltaico e per la gestione degli allacci e degli incentivi è la seguente:

- guida CEI 0-2
- guida CEI 82-25 Guida alla realizzazione di impianti fotovoltaici
- CEI 0-21 Connessioni in BT
- CEI 82-4 Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici
- CEI 64-8 sez. 712 Sistemi fotovoltaici
- CEI 20-91 Cavi elettrici per sistemi fotovoltaici
- Delibere AEEG

### **Normativa per materiali e apparecchi**

CEI 17.13 23.51	Quadri in bassa tensione
CEI 20.22 II	Cavi non propaganti l'incendio
CEI 20.35	Cavi non propaganti la fiamma
CEI 23.3	Interruttori automatici per uso domestico e similare
CEI 23.5	Prese per uso domestico e similare
CEI 23.16	Prese tipo Unel
CEI 23.39	Tubi protettivi (22 leggeri) (33 medio)

CEI 23.54	Tubi protettivi rigidi in PVC
CEI 23.55	Tubi protettivi flessibili in PVC
CEI 23.19	Canali in PVC
CEI 23.9	Apparecchi di comando non automatici
CEI 23.42 23.44	Interruttori differenziali
CEI 64.12	Guida alla esecuzione degli impianti di terra

## **SPECIFICHE DELL'IMPIANTO**

### **Potenza dell'impianto FV**

L'impianto FV avrà una potenza di 17kWp.

### **Ubicazione**

I moduli FV saranno posizionati sul tetto dell'edificio comunale e in particolare sulla falda orientata in direzione 45° SUD-EST. L'inverter sarà invece ubicato nel locale sottotetto.

### **Orientamento dell'impianto**

Orientamento azimutale della superficie 45°  
Angolo di tilt 15°

### **Fissaggio dei moduli FV**

I moduli FV saranno posizionati sulla falda utilizzando un sistema di ancoraggio composto da profilati e ganci regolabile (tipo Wurth Solar o similari).

### **Moduli FV**

Si prevede l'utilizzo di 68 moduli FV in silicio policristallino da 250Wp (tipo Solarworld SUN MODULE PLUS da 250W o similare) classificati in **classe II**. Essi saranno suddivisi in 4 stringhe da 17 moduli cad.

### **Inverter**

Si prevede l'utilizzo di un solo inverter di potenza >17kW (20kW) (tipo ABB TRIO 20TL OUTD vers. S2X-400 o similare). Esso è dotato di:

- scaricatori per lato CC e AC
- quadro di stringa (wiring box)

### **Sistema di protezione di interfaccia (SPI)**

Il SPI è del tipo ABB CM-UFD.M22 (o similare) completo di:

- buffer di carica
- alimentatore switching

che garantiscono la funzionalità del SPI in caso di mancanza della tensione di rete. In alternativa si potrà utilizzare un UPS (se disponibile).

# Sunmodule® Plus SW 240 – 255 poly

## COMPORTAMENTO IN CONDIZIONI DI TEST STANDARD (STC\*)

		SW 240	SW 245	SW 250	SW 255
Potenza massima	$P_{max}$	240 Wp	245 Wp	250 Wp	255 Wp
Tensione a vuoto	$U_{oc}$	36,9 V	37,3 V	37,6 V	38,0 V
Tensione a massima potenza	$U_{mpp}$	29,7 V	30,1 V	30,5 V	30,9 V
Corrente di cortocircuito	$I_{sc}$	8,69 A	8,75 A	8,81 A	8,88 A
Corrente a massima potenza	$I_{mpp}$	8,17 A	8,22 A	8,27 A	8,32 A

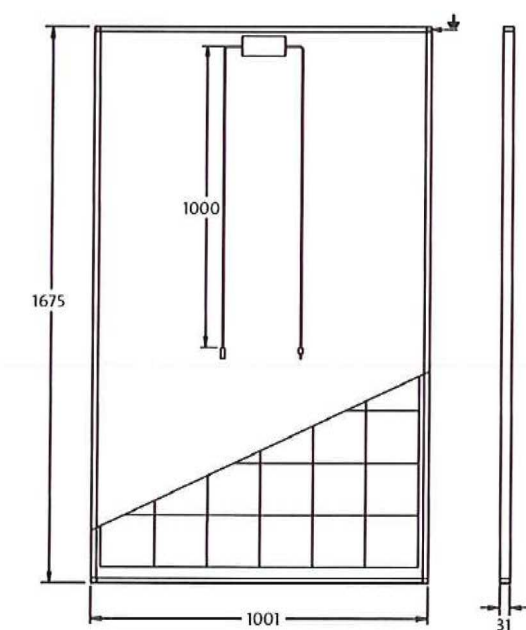
Tolleranza di misurazione ( $P_{max}$ ) riconducibile al TÜV Rheinland: +/- 2% (TÜV Power controlled)

\*STC: 1000W/m<sup>2</sup>, 25°C, AM 1.5

## COMPORTAMENTO A 800 W/m<sup>2</sup>, NOCT, AM 1.5

		SW 240	SW 245	SW 250	SW 255
Potenza massima	$P_{max}$	178,4 Wp	181,7 Wp	184,9 Wp	188,1 Wp
Tensione a vuoto	$U_{oc}$	33,9 V	34,2 V	34,4 V	34,8 V
Tensione a massima potenza	$U_{mpp}$	27,3 V	27,6 V	27,9 V	28,3 V
Corrente di cortocircuito	$I_{sc}$	7,03 A	7,07 A	7,12 A	7,18 A
Corrente a massima potenza	$I_{mpp}$	6,54 A	6,58 A	6,62 A	6,66 A

Limitata riduzione del grado di rendimento anche durante l'utilizzo a carico parziale a 25°C: a 200 W/m<sup>2</sup> si raggiunge il 100 % (+/- 2 %) del grado di rendimento secondo condizioni di test standard STC (1000 W/m<sup>2</sup>).



### DIMENSIONI

Lunghezza	1675 mm
Larghezza	1001 mm
Altezza	31 mm
Intelaiatura	alluminio anodizzato argentato
Peso	21,2 kg

### MATERIALI IMPIEGATI

Celle per modulo	60
Tipo di cella	Policristallino
Dimensioni della cella	156 mm x 156 mm
Lato anteriore	4 mm vetro temperato (EN 12150)

### CARATTERISTICHE TERMICHE

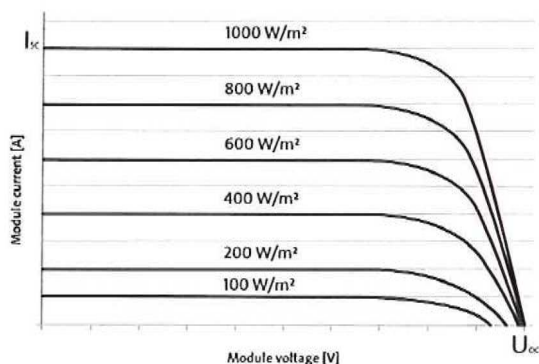
NOCT	46 °C
TC $I_{sc}$	0,051 %/K
TC $U_{oc}$	-0,31 %/K
TC $P_{mpp}$	-0,41 %/K

### ULTERIORI DATI

Classificazione di potenza	-0 Wp / +5 Wp
Scatola di connessione	IP65
Connettore	MC4 / KSK4

### CARATTERISTICHE TERMICHE

Tensione massima di sistema classe II	1000 V
Capacità di carico di corrente inversa	16 A
Sovraccarico / carico dinamico	5,4 / 2,4 kN/m <sup>2</sup>
Numero dei diodi bypass	3
Temperatura di esercizio ammessa	-40°C a +85°C



- Ammonia resistance tested
- Periodic Inspection
- Power Controlled



- Qualified, IEC 61215
- Safety tested, IEC 61739
- Periodic Inspection
- Blowing sand resistant



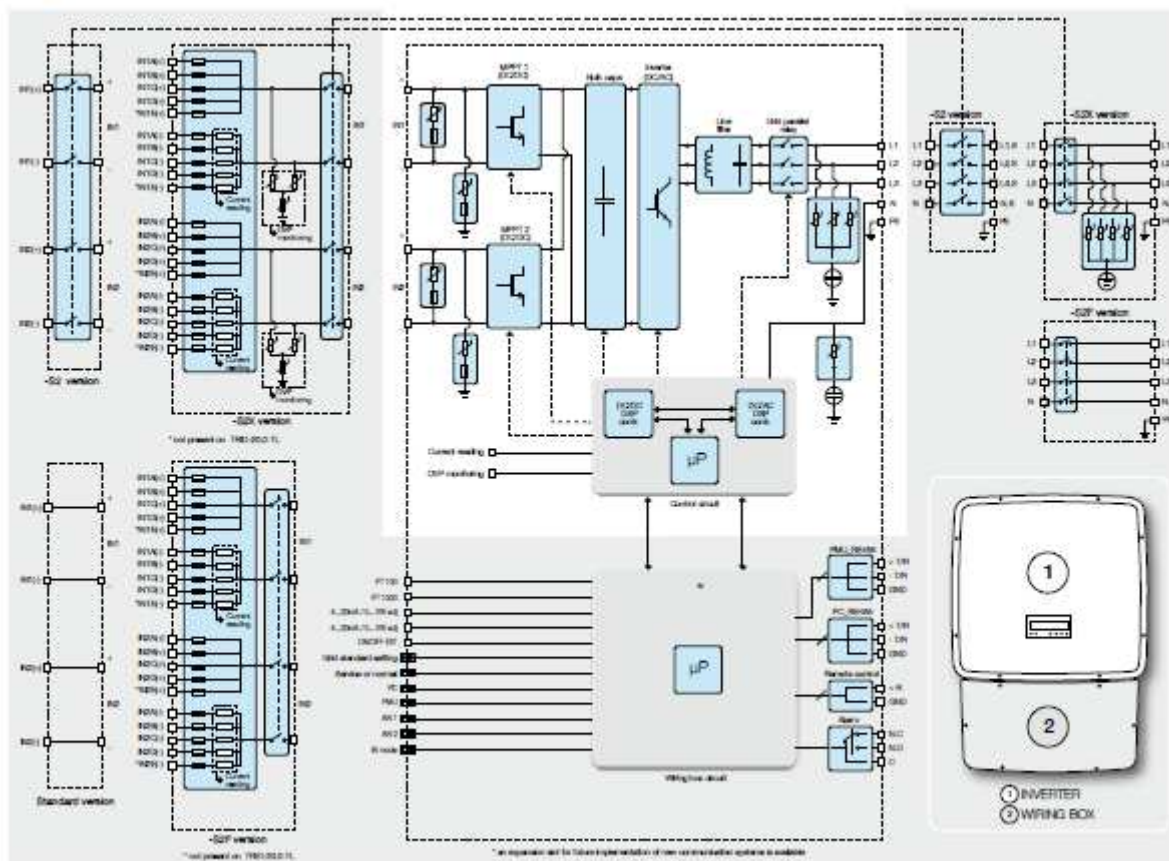


## Specifiche Inverter ABB Trio 20.0 TL-OUTD S2X-400

## Dati tecnici e modelli

Modello	TRIO-20.0-TL-OUTD	TRIO-27.6-TL-OUTD
Ingresso		
Massima tensione assoluta DC in ingresso ( $V_{max}$ )	1000 V	
Tensione di attivazione DC di ingresso ( $V_{act}$ )	430 V (adj. 250...500 V)	
Intervallo operativo di tensione DC in ingresso ( $V_{min}...V_{max}$ )	0.7 x $V_{act}$ ...950 V (min 200 V)	
Tensione nominale DC in ingresso ( $V_{in}$ )	620 V	
Potenza nominale DC di ingresso ( $P_{in}$ )	20750 W	29600 W
Numero di MPPT indipendenti	2	
Potenza massima DC di ingresso per ogni MPPT ( $P_{in(max)}$ )	12000 W	16000 W
Intervallo di tensione DC con configurazione di MPPT in parallelo a $P_{in}$	440...800 V	500...800 V
Limitazione di potenza DC con configurazione di MPPT in parallelo	Derating da max a zero (800 Vs $V_{max}$ 950 V)	
Limitazione di potenza DC per ogni MPPT con configurazione di MPPT indipendenti a $P_{in}$ , esempio di massimo sbilanciamento	12000 W (480 Vs $V_{max}$ 800 V) altro canale: $P_{in}$ 12000 W (350 Vs $V_{max}$ 800 V)	16000 W (500 Vs $V_{max}$ 800 V) altro canale: $P_{in}$ 16000 W (400 Vs $V_{max}$ 800 V)
Massima corrente DC in ingresso ( $I_{in(max)}$ ) / per ogni MPPT ( $I_{in(max)}$ )	50.0 A / 25.0 A	64.0 A / 32.0 A
Massima corrente di cortocircuito di ingresso per ogni MPPT	30.0 A	40.0 A
Numero di coppie di collegamento DC in ingresso per ogni MPPT	1 (4 nelle versioni -S2X, -S2F, -S1J, -S2J)	1 (5 nelle versioni -S2X e -S2F, 4 nelle versioni -S1J e -S2J)
Tipo di connessione DC	Connettore PV Tool Free WM / MC4 (Morsettiere a vite in versioni standard e -S2J) <sup>4</sup>	
Protezioni di ingresso		
Protezione da inversione di polarità	Sì, da sorgente limitata in corrente	
Protezione da sovratensione di ingresso per ogni MPPT-varistore	Sì	
Protezione da sovratensione di ingresso per ogni MPPT-scaricatore per barra DIN (versioni -S2X, -S1J e -S2J)	-S2X: Tipo 2; -S1J, -S2J: Tipo 1+2	
Controllo di isolamento	In accordo alla normativa locale	
Caratteristiche sezionatore DC per ogni MPPT (versione con sezionatore DC)	40 A / 1000 V	
Caratteristiche fusibili (ove presenti)	15 A / 1000 V <sup>4</sup>	
Uscita		
Tipo di connessione AC alla rete	Trifase 3 fili + PE o 4 fili + PE	
Potenza nominale AC di uscita ( $P_{out} @ \cos\phi=1$ )	20000 W	27600 W
Potenza massima AC di uscita ( $P_{out(max)} @ \cos\phi=1$ )	22000 W <sup>4</sup>	30000 W <sup>4</sup>
Potenza apparente massima ( $S_{max}$ )	22200 VA	30670 VA
Tensione nominale AC di uscita ( $V_{out}$ )	400 V	
Intervallo di tensione AC di uscita	320...480 V <sup>4</sup>	
Massima corrente AC di uscita ( $I_{out(max)}$ )	53.0 A	45.0 A
Contributo alla corrente di corto circuito	35.0 A	45.0 A
Frequenza nominale di uscita (f)	50 Hz / 60 Hz	
Intervallo di frequenza di uscita ( $f_{min}...f_{max}$ )	47...53 Hz / 57...63 Hz <sup>4</sup>	
Fattore di potenza nominale e intervallo di regolabilità	> 0.995, adj. $\pm 0.9$ con $P_{in}=20.0$ kW, $\pm 0.9$ con max 22.2 kVA	> 0.995, adj. $\pm 0.9$ con $P_{in}=27.6$ kW, $\pm 0.9$ con max 30 kVA
Distorsione armonica totale di corrente	< 3%	
Tipo di connessioni AC	Morsettiere a vite, pressa cavo PG36	
Protezioni di uscita		
Protezione anti-isolamento	In accordo alla normativa locale	
Massima protezione esterna da sovracorrente AC	50.0 A	63.0 A
Protezione da sovratensione di uscita - varistore	4	
Protezione da sovratensione di uscita - scaricatore per Barra DIN (versione -S2X)	4 (Tipo 2)	
Prestazioni operative		
Efficienza massima ( $\eta_{max}$ )	98.2%	
Efficienza pesata (EURO/CEC)	98.0% / 98.0%	
Soglia di alimentazione della potenza	40 W	
Consumo notturno	< 0.6 W	

Diagramma a blocchi - TRIO-20.0/27.6-TL-OUTD



## Specifiche SPI ABB modello CM-UFD.M22

## Caratteristiche principali

<b>Tipo</b>	<b>CM-UFD.M22</b>
Codice d'ordine	CMUFD.M22
Tensione di alimentazione	24-240 V CA/CC (-15, +10%)
Buffer di 5 secondi in assenza di tensione ausiliaria secondo CEI 0-21	esterno (CP-B)
Consumo	1,5 VA (W)
Intervallo di misura sovra-/sotto tensione	(L-N) 0 - 312 V CA (L-L) 0 - 540 V CA
Intervallo di misura sovra-/sotto frequenza	40 - 60 Hz
Precisione della misura di tensione	± 2 % del valore misurato
Precisione della misura di frequenza	± 0,02 Hz
Relè di uscita	250 V CA - 5 A
Ingressi	Auto alimentati, lunghezza massima cavi non schermati 10 m
Dimensioni	108 x 90 x 67 mm
Temperatura di funzionamento	-20...+60 °C
Standard di riferimento	CEI 0-21 ed. Giugno 2012



## **CRITERI GENERALI DI PROGETTO**

### **Prescrizioni derivanti dalle CEI 64.8 sez.712**

Sulla base della CEI 64.8 sez. 712 e delle delibere relative al posizionamento dei contatori di misura, si hanno le seguenti indicazioni di progetto:

- la parte c.c. dell'impianto deve essere considerata sempre sotto tensione
- i componenti della parte in c.c. dell'impianto, devono essere in classe II e comunque senza masse
- la protezione per sovracorrente (lato c.c.) può essere omessa usando cavi di portata 1.25 volte il valore della corrente di corto circuito
- i cavi che collegano il gruppo di misura dell'energia fotovoltaica prodotta dal generatore FV devono essere di tipo schermato
- l'inverter deve essere sezionabile sia sul lato c.c. che c.a.
- tutte le scatole di giunzione dell'inverter devono essere provviste di un avviso per segnalare la presenza di tensione anche dopo aver sezionato l'inverter

### **Cavi elettrici**

I cavi utilizzati per l'impianto fotovoltaico saranno del tipo FG2 1M21 PV3 (isolante tipo HEPR tipo G21, guaina elastomerica tipo M21). Tensione nominale in c.a.  $U_0/U = 0,6/1\text{kV}$  tensione nominale in c.c.  $V_0/V = 1/1,5\text{kV}$  tensione di prova 6,5kV

### **Cavi NON interrati (Tab. CEI UNEL 35024/1)**

Le **portate** dei cavi NON interrati sono state determinate con la seguente relazione:

$$I_z = I_0 \times K_1 \times K_2$$

dove:

- $I_0$  portata del cavo alla temperatura  $T=30^\circ\text{C}$
- $K_1$  fattore di correzione per temperature diverse da  $30^\circ\text{C}$
- $K_2$  fattore di correzione per i cavi installati in fascio o in strato

e tenendo conto delle condizioni di posa previste dalla CEI 64.8.

### **Considerazioni di carattere generale**

Tutte le sezioni sono state calcolate considerando un utilizzo del 30% superiore alle normali condizioni di esercizio e tenendo conto della concomitante presenza di più cavi nella stessa condotta

Il tipo di cavo è stato scelto in conformità a quanto prescritto dalle norme per i vari ambienti e per i diversi tipi di posa.

Le **sezioni minime** dei cavi dovranno essere le seguenti:

0.5mm<sup>2</sup> per impianti di segnalazione

1.5mm<sup>2</sup> (rame) per impianti di energia



## **Protezione delle linee**

### **Sovraccarico**

La protezione contro i sovraccarichi viene ottenuta rispettando le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1.45 I_z$$

dove:

- $I_f$  corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione
- $I_n$  corrente nominale del dispositivo di protezione
- $I_z$  portata delle condutture
- $I_b$  corrente di impiego del circuito

### **Corto-circuito**

La protezione contro i corto-circuiti viene ottenuta rispettando la seguente relazione:

$$[I^2t] \leq [K^2S^2]$$

dove:

- $[I^2t]$  integrale di Joule lasciato passare, dal dispositivo di protezione, per la durata del cortocircuito
- $S$  sezione del conduttore
- $K=115$  per i cavi in PVC

## **Selettività**

### **Interruttori magnetotermici**

Per gli apparecchi automatici di **tipo rapido**, aventi la stessa grandezza, la selettività tra due interruttori in cascata, sarà ottenuta scegliendo l'apparecchio a monte con una corrente di intervento magnetico  $I_{m1}$  maggiore della corrente  $I_{cc2}$  di corto-circuito nel punto ove è posto l'interruttore a valle

$$I_{cc2} < I_{m1} \quad (I_{m1} = 5I_n)$$

Per la selettività tra apparecchi **limitatori e rapidi** si opera su tabelle fornite dalle case costruttrici.

### **Interruttori differenziali**

La selettività sarà di tipo amperometrica, cioè l'interruttore a valle ha una sensibilità maggiore di quello a monte ed anche cronometrica tramite l'utilizzo di interruttori selettivi.

## **Canalizzazioni**

Le canalizzazioni saranno scelte in base a:

- criteri di resistenza meccanica
- sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa che l'esercizio
- grado di protezione richiesto

-rispondenza a prove specifiche previste dalle norme interessate

### Tubi in PVC

Quelli di tipo flessibile leggero (CEI 23-39 22) possono essere posati sottotraccia a parete o soffitto oppure nei controsoffitti.

Quelli di tipo flessibile medio (CEI 23-39 33) possono essere posati a pavimento, sottotraccia a parete o soffitto oppure nei controsoffitti.

Quelli da annegare direttamente nel calcestruzzo sono del tipo pieghevole, autorinvenente, in materiale plastico. Quelli per posa interrata sono del tipo in PVC pesante.

Il diametro interno dei tubi è scelto 1.4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16mm.

### Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

Si seguono i criteri previsti dalle norme CEI 64.8 o dalla normativa applicabile al caso in esame.

Sul lato AC viene utilizzata la protezione differenziali con interruttori di tipo AC e sensibilità 30mA o 300mA.

### Impianto di terra

I **pannelli FV** sono in classe II e quindi non vanno collegati all'impianto di terra. I **sostegni** di acciaio non vanno anche essi messi a terra in quanto presentano una resistenza verso terra  $> 1k\Omega$ .

Le eventuali masse presenti sul lato AC vanno collegate all'impianto di terra esistente nel complesso edilizio.

### Protezione contro le fulminazioni e sovratensioni

Per le **fulminazioni dirette** della struttura si rimanda alla valutazione della probabilità di fulminazione esistente. La installazione dell'impianto FV non comporta nessun aggravio di rischio oltre a quelli già lì indicati.

Per le **fulminazioni indirette** (sovratensioni) si prevede l'utilizzo di scaricatori SPD sia sul lato CC che su quello AC. Essi sono contenuti già nell'inverter.

## PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

### Calcolo dell'energia prodotta dal un generatore FV

*Dati del posizionamento e delle necessità dell'utenza*

Elemento	Valore
Località	Carsoli (AQ)
Posizione geografica della località	Centro Italia
Irraggiamento medio annuo [ $kWh/m^2$ anno]	1580
Angolo di appoggio della superficie inclinata (TILT)	15°
Orientamento Sud-Est	+45°
Perdite per ombreggiatura	0

Per realizzare il generatore FV si ipotizza l'uso di moduli di silicio monocristallino.

*Dati del modulo FV*

Materiale	Silicio monocristallino
Potenza massima [Wp]	250
Tensione alla potenza massima [V]	30.5
Corrente alla potenza massima [A]	8.27
Tensione a circuito aperto [V]	37.6
Corrente di corto circuito [A]	8.81
Dimensioni (base x altezza) [cm]	100x167.5
Area di un modulo [m <sup>2</sup> ]	1.67
Massima tensione del sistema [V]	1000
NOCT [°C]	46 (±1°C)
Rendimento	14,7%

La **potenza** che deve avere l'impianto (in condizioni standard STC) vale :

$$P_{STC} = 17 \text{ [kW}_p\text{]}$$

Utilizzando pannelli fotovoltaici con potenza massima di 250W cad., per avere tale potenza necessita il seguente **numero di pannelli**:

$$N = P/250 = 68$$

Poichè ogni pannello occupa una superficie di circa 1.67mq, dovrà essere disponibile una **superficie utile**  $A_{fv}$ , per il posizionamento dei pannelli, pari a:

$$A_{fv} = N \times 1.67 = 114 \text{ [m}^2\text{]}$$

La potenza sul lato AC, tenendo conto delle perdite di sistema (BOS Balance of System) che possono essere stimate nel nostro caso pari al 15% e quindi del BOS (Balance of System) paria  $100-15 = 85\%$ , vale:

$$P_{AC} = P_{STC} \cdot BOS = 14,45 \text{ [kW}_p\text{]}$$

La **energia producibile** dall'impianto fotovoltaico sarà:

$$E = I \cdot A \cdot R \cdot K \cdot BOS = 22.506 \text{ [kWh/anno]}$$

$I$  = irraggiamento medio annuo nella località pari a 1580 kWh/m<sup>2</sup> anno

$A$  = area occupata dai moduli pari a 114 m<sup>2</sup>

$R$  = rendimento di conversione dei moduli (14,7%)

$K$  = riduzione per ombreggiamento (nullo)

$BOS$  = Balnce of System (100-15%)

## **VERIFICHE**

Dopo aver realizzato l'impianto occorre verificare le seguenti cose:

### **1 - verifica sulla $P_{CC}$ (potenza lato CC)**

Deve risultare:

$$P_{CC} > (0,85 \cdot P_{FV} \cdot I) / ISTC$$

dove:

$P_{CC}$  potenza lato CC misurata all'uscita del campo FV

$P_{FV}$  potenza nominale del campo FV

$I$  irraggiamento in  $W/m^2$

ISTC irraggiamento in condizioni di prova standard ( $1000 W/m^2$ )

La verifica va fatta per un valore di  $I > 600 W/m^2$

### **2 - verifica sulla $P_{AC}$ (potenza lato AC)**

Deve risultare:

$$P_{AC} > 0,9 \cdot P_{CC}$$

dove:

$P_{CC}$  potenza lato CC misurata all'uscita del campo FV

$P_{AC}$  potenza lato AC misurata all'uscita dell'inverter

---

### **Allegati**

- posizionamento moduli FV
- schema impianto

IL PROGETTISTA