

Il presente documento è composto dalle relazioni specialistiche dei seguenti impianti fotovoltaici:

| | |
|--|-----------|
| • I.C. di via Madonna | pag. 2 |
| • Museo di via Roma | pag. 16 |
| • Poliambulatorio di via Tre Venti | pag. 30 |
| • Scuola media di via Roma | pag. 44 |
| • Scuola primaria di via Cavatella I° | pag. 59 |
| • Scuola primaria di via Cavatella II° | pag. 74 |
| • Scuola primaria di Santa Maria | pag. 89 |
| • Sede Comunale di via Roma | pag.. 104 |

Gli schemi unifilari dei singoli impianti e i disegni dei quadri sono esplicitati negli elaborati C3 e C4.

COMUNE DI PONZA

PROGETTO ESECUTIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 9,36 KWp

LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE:

ISTITUTO COMPRENSIVO

VIA MADONNA

04027 PONZA

DATA

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni

INDICE

| | |
|---|---------|
| NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO | pag. 3 |
| DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE | pag. 4 |
| ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO | pag. 5 |
| • Sito di installazione | pag. 6 |
| • Descrizione dell'impianto | pag. 6 |
| • Radiazione solare e analisi delle ombre | pag. 7 |
| SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI | pag. 8 |
| • Generatore fotovoltaico | pag. 8 |
| • Strutture di sostegno dei moduli | pag. 10 |
| • Gruppo di conversione | pag. 11 |
| • Quadri elettrici | pag. 12 |
| • Cavi elettrici e di cablaggio | pag. 13 |
| • Sistema di controllo e monitoraggio (SCM) | pag. 14 |
| IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT) | pag. 15 |
| VALUTAZIONE SUL CARICO TIPICO | pag. 16 |
| VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE | pag. 17 |
| ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI | pag. 18 |
| • Varie | pag. 18 |
| • Conclusioni | pag. 19 |

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

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

- ❑ norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- ❑ norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;
- ❑ UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il dimensionamento del campo fotovoltaico;
- ❑ UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- ❑ il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- ❑ la legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- ❑ norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);
- ❑ legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;
- ❑ deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico- economiche del servizio di scambio sul posto

dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

- ❑ Decreto 19 febbraio 2007 per gli aspetti del "nuovo conto energia"
- ❑ Delibera AEEG n° 88, n° 89, n°90 come disposizioni attuative del Decreto Legge 19-02-2007

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp verranno invece rispettate le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

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.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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 9360 Wp, nell'ambito del bando pubblico per la concessione di contributi in attuazione della Legge 10/91, promosso dal Ministero dell'Ambiente.

| DATI RELATIVI AL COMMITTENTE | |
|------------------------------|-------------------------------------|
| Committente: | Istituto Comprensivo |
| Indirizzo: | Via Madonna - 04027 Comune di Ponza |
| Recapito telefonico: | |
| Codice fiscale: | |

| LOCALITA' DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO | |
|---|------------------------------|
| Tipo di edificio: | Edificio in muratura |
| Indirizzo: | Via Madonna, Comune di Ponza |
| Destinazione d'uso dell'immobile: | Istituto Comprensivo |
| Potenza contrattuale: | 20 kw. |
| Tariffa: | 0,16 |
| Numero POD contatore SEP (SOC. ELETTRICA POZESE): | IT110E00002508 |
| Intestatario utenza: | Istituto Comprensivo |
| Tipologia fornitura: | BT |

| DATI RELATIVI AL POSIZIONAMENTO DEL GENERATORE FV | |
|---|----------------------------|
| Posizionamento del generatore FV: | Copertura piana (Retrofit) |
| Angolo di azimut del generatore FV: | 0° |
| Angolo di tilt del generatore FV: | 0° |
| Fattore di albedo: | Tetti o terrazzi in bitume |
| Fattore di riduzione delle ombre K_{ombre} : | 0,80% |

Il campo fotovoltaico sarà esposto, con un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0° (tilt).

Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile **senza modificare il prospetto e i volumi, quindi lasciare invariato l'aspetto esterno degli edifici.**

L'impianto sarà installato su un edificio soggetto a vincoli paesaggistici.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 52 moduli, suddivisi in 4 stringhe aventi ognuna 13 moduli.

Inoltre si prevede di adottare una conversione di stringa e quindi di utilizzare un numero di convertitori statici pari a 1.

RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Comune di Ponza.

In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è LATINA.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%.

Irraggiamento solare a LATINA

in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 0°

Fattore di albedo scelto: Tetti o terrazzi in bitume

| Mese | Giornaliero | | | | Mensile |
|-------------|---|---|--|---------------------------------------|--|
| | <i>Radiazione Diretta</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Diffusa</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Riflessa</i> (Wh/m ²) | TOTALE (Wh/m ²) | TOTALE (kWh/m ²) |
| | | | | | |

| | | | | | |
|---------------------|------|------|---|-------------|-------------|
| Gennaio | 1056 | 806 | 0 | 1861 | 58 |
| Febbraio | 1583 | 1083 | 0 | 2667 | 75 |
| Marzo | 2556 | 1444 | 0 | 4000 | 124 |
| Aprile | 3583 | 1833 | 0 | 5417 | 162 |
| Maggio | 4611 | 2000 | 0 | 6611 | 205 |
| Giugno | 5556 | 1944 | 0 | 7500 | 225 |
| Luglio | 6028 | 1722 | 0 | 7750 | 240 |
| Agosto | 5028 | 1639 | 0 | 6667 | 207 |
| Settembre | 3639 | 1444 | 0 | 5083 | 152 |
| Ottobre | 2417 | 1111 | 0 | 3528 | 109 |
| Novembre | 1306 | 861 | 0 | 2167 | 65 |
| Dicembre | 917 | 722 | 0 | 1639 | 51 |
| Tot. annuale | | | | | 1673 |

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

GENERATORE FOTOVOLTAICO

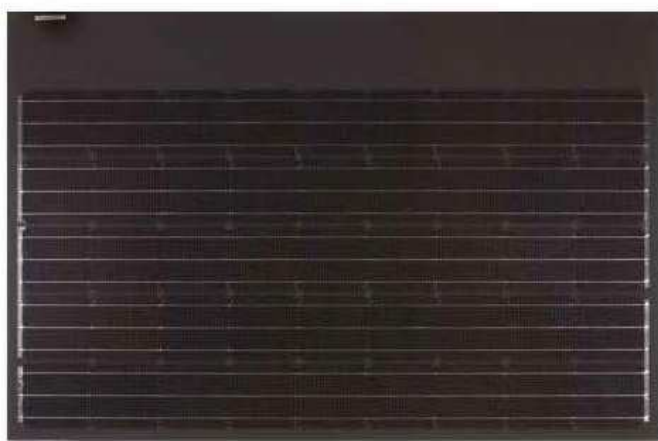
Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli del tipo “Piastrina FV STL-BA2 da 180 W” con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Numero moduli: | 52 |
| Potenza nominale | 180 Wp |
| Celle: | Silicio monocristallino alta efficienza |
| Tensione circuito aperto V_{OC} | 27,67 V |
| Corrente di corto circuito I_{SC} | 8,46 A |
| Tensione V_{MP} | 22,64 V |
| Corrente I_{MP} | 7,96 A |
| Grado di efficienza: | 14,10 % |
| Dimensioni: | 1510 x 1005 mm |

Foto del generatore:

STL-BA2



La **potenza complessiva** da raggiungere sarà di $52 \times 180 \text{ Wp} = 9360 \text{ Wp}$. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

| | |
|-------------------------------|--|
| Numero di stringhe | 4 |
| Numero di moduli per stringa | 13 |
| Superficie complessiva moduli | $1510 \text{ mm} \times 1005 \text{ mm} \times 52 = \mathbf{78,9 \text{ m}^2}$. |

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

I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà 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.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 0 ° (tilt) e ha un orientamento azimutale a 0 ° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio inox, resistenti all'azione corrosiva della salsedine, aderenti al piano di copertura e avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno praticati su supporti in cls appoggiati sull'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Copertura piana (Retrofit) a totale integrazione architettonica.

I dati relativi al posizionamento dei moduli in copertura piana sono: Moduli in verticale

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (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 sarà composto da n° 1 inverter tipo “Aurora Power-One PVI-10.0-OUTD-FS”.

QUADRI ELETTRICI

❑ Quadro lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per 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 ENEL.

CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

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

- ❑ Sezione delle anime in rame stagnato in ragione di 1,5mm x 1 A
- ❑ Cavo solare XPE/HFFR-XPE unipolare con conduttore flessibile in rame stagnato
- ❑ Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4 kV.

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 “+” colore rosso e del negativo con “-” colore nero

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

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

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, 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.

Inoltre il sistema prevede l'invio di e-mail al verificarsi di eventi di rottura inaspettati (fermo impianti, valori di tensioni e correnti fuori range etc.)

IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

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

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 solo nel caso di impianti monofase.

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

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 già esistente dell'edificio.

VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

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;

Per gli impianti di potenza superiore a 1 kWp ed inferiore a 50 kWp:

- ☐ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,75 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp:

- ☐ condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;
- ☐ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO₂ (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

VARIE

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica :

- ❑ QUADRO ELETTRICO GENERALE
- ❑ PERICOLO
- ❑ NON ESEGUIRE LAVORI PRIMA D'APER TOLTO LA TENSIONE
- ❑ QUADRO ELETTRICO
- ❑ NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI

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 della legge 46/90, articolo 1, lettera a);
- ❑ 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

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni

COMUNE DI PONZA

PROGETTO PRELIMINARE

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 5,4 KWp

LOCALITA' DI INSTALLAZIONE:

MUSEO

VIA ROMA

04027 PONZA

DATA

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni

INDICE

| | |
|--|---------|
| NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO..... | pag. 3 |
| DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE..... | pag. 4 |
| ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO..... | pag. 5 |
| • Sito di installazione | pag. 6 |
| • Descrizione dell'impianto | pag. 6 |
| • Radiazione solare e analisi delle ombre | pag. 7 |
| SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI..... | pag. 8 |
| • Generatore fotovoltaico..... | pag. 8 |
| • Strutture di sostegno dei moduli | pag. 10 |
| • Gruppo di conversione..... | pag. 11 |
| • Quadri elettrici | pag. 12 |
| • Cavi elettrici e di cablaggio | pag. 13 |
| • Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)..... | pag. 14 |
| IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT) | pag. 15 |
| VALUTAZIONE SUL CARICO TIPICO..... | pag. 16 |
| VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE | pag. 17 |
| ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI..... | pag. 18 |
| • Varie | pag. 18 |
| • Conclusioni | pag. 19 |

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

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

- ❑ norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- ❑ norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;
- ❑ UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il dimensionamento del campo fotovoltaico;
- ❑ UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- ❑ il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- ❑ la legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- ❑ norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);
- ❑ legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;
- ❑ deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico- economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

- ❑ Decreto 19 febbraio 2007 per gli aspetti del “nuovo conto energia”
- ❑ Delibera AEEG n° 88, n° 89, n°90 come disposizioni attuative del Decreto Legge 19-02-2007

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp verranno invece rispettate le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

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.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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 5400 Wp, nell'ambito del bando pubblico per la concessione di contributi in attuazione della Legge 10/91, promosso dal Ministero dell'Ambiente.

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|----------------------|----------------------------------|
| Committente: | Museo |
| Indirizzo: | Via Roma - 04027 Comune di Ponza |
| Recapito telefonico: | |
| Codice fiscale: | |

LOCALITA' DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Tipo di edificio: | edificio in muratura |
| Indirizzo: | Via Roma, Comune di Ponza |
| Destinazione d'uso dell'immobile: | Museo |
| Potenza contrattuale: | 10 kw |
| Tariffa: | 0,16 |
| Numero POD contatore SEP: | IT110E00002934 |
| Intestatario utenza: | Museo |
| Tipologia fornitura: | BT |

DATI RELATIVI AL POSIZIONAMENTO DEL GENERATORE FV

| | |
|---|----------------------------|
| Posizionamento del generatore FV: | Copertura piana (Retrofit) |
| Angolo di azimut del generatore FV: | 0° |
| Angolo di tilt del generatore FV: | 0° |
| Fattore di albedo: | Tetti o terrazzi in bitume |
| Fattore di riduzione delle ombre K_{ombra} : | 0,80% |

Il campo fotovoltaico sarà esposto, con un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0° (tilt).

Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile **senza modificare il prospetto e i volumi, quindi lasciare invariato l'aspetto esterno degli edifici**. L'impianto sarà installato su un edificio soggetto a vincoli paesaggistici.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 30 moduli, suddivisi in 2 stringhe aventi ognuna 15 moduli.

Inoltre si prevede di adottare una conversione di stringa e quindi di utilizzare un numero di convertitori statici pari a 1.

RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Comune di Ponza.

In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è LATINA.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%.

Irraggiamento solare a LATINA

in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 0°

Fattore di albedo scelto: Tetti o terrazzi in bitume

| Mese | Giornaliero | | | | Mensile |
|-----------------|---|---|--|---------------------------------------|--|
| | <i>Radiazione Diretta</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Diffusa</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Riflessa</i> (Wh/m ²) | TOTALE (Wh/m ²) | TOTALE (kWh/m ²) |
| | | | | | |
| Gennaio | 1056 | 806 | 0 | 1861 | 58 |
| Febbraio | 1583 | 1083 | 0 | 2667 | 75 |
| Marzo | 2556 | 1444 | 0 | 4000 | 124 |
| Aprile | 3583 | 1833 | 0 | 5417 | 162 |
| Maggio | 4611 | 2000 | 0 | 6611 | 205 |
| Giugno | 5556 | 1944 | 0 | 7500 | 225 |

| | | | | | |
|---------------------|------|------|---|------|------|
| Luglio | 6028 | 1722 | 0 | 7750 | 240 |
| Agosto | 5028 | 1639 | 0 | 6667 | 207 |
| Settembre | 3639 | 1444 | 0 | 5083 | 152 |
| Ottobre | 2417 | 1111 | 0 | 3528 | 109 |
| Novembre | 1306 | 861 | 0 | 2167 | 65 |
| Dicembre | 917 | 722 | 0 | 1639 | 51 |
| Tot. annuale | | | | | 1673 |

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

GENERATORE FOTOVOLTAICO

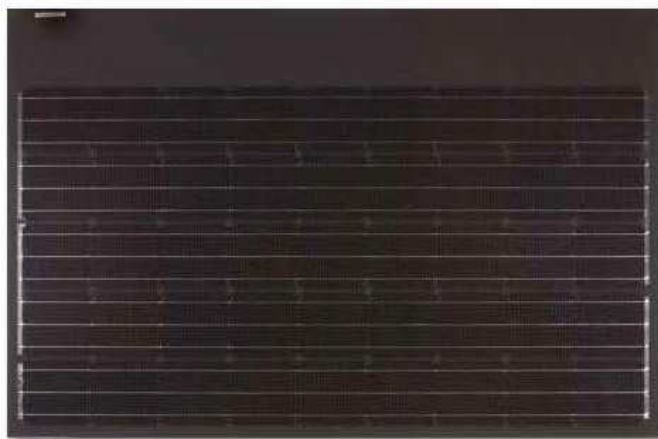
Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli del tipo “Piastrina FV STL-BA2 da 180 W” con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Numero moduli: | 30 |
| Potenza nominale | 180 Wp |
| Celle: | Silicio monocristallino alta efficienza |
| Tensione circuito aperto V_{OC} | 27,67 V |
| Corrente di corto circuito I_{SC} | 8,46 A |
| Tensione V_{MP} | 22,64 V |
| Corrente I_{MP} | 7,96 A |
| Grado di efficienza: | 14,10 % |
| Dimensioni: | 1510 x 1005 mm |

Foto del generatore:

STL-BA2



La **potenza complessiva** da raggiungere sarà di $30 \times 180 \text{ Wp} = 5400 \text{ Wp}$. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

| | |
|-------------------------------|---|
| Numero di stringhe | 2 |
| Numero di moduli per stringa | 15 |
| Superficie complessiva moduli | $1510 \text{ mm} \times 1005 \text{ mm} \times 30 = 45,5 \text{ m}^2$. |

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

I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà 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.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 0° (tilt) e ha un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio inox, resistenti all'azione corrosiva della salsedine,

aderenti al piano di copertura e avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno in cls semplicemente appoggiati sull'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Copertura piana (Retrofit) a totale integrazione architettonica.

I dati relativi al posizionamento dei moduli in copertura piana sono: Moduli in verticale

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (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 sarà composto da n° 1 inverter tipo "Aurora Power-One PVI-6000-OUTD".

QUADRI ELETTRICI

❑ Quadro lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per 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 ENEL.

CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

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

- ❑ Sezione delle anime in rame stagnato in ragione di 1,5mm x 1 A
- ❑ Cavo solare XPE/HFFR-XPE unipolare con conduttore flessibile in rame stagnato
- ❑ Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4 kV.

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 “+” colore rosso e del negativo con “-” colore nero

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

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

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, 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.

Inoltre il sistema prevede l'invio di e-mail al verificarsi di eventi di rottura inaspettati (fermo impianti, valori di tensioni e correnti fuori range etc.)

IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

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

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 solo nel caso di impianti monofase.

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

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 già esistente dell'edificio.

VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

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;

Per gli impianti di potenza superiore a 1 kWp ed inferiore a 50 kWp:

- ☐ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,75 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp:

- ☐ condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;
- ☐ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO₂ (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

VARIE

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica :

- ☐ QUADRO ELETTRICO GENERALE
- ☐ PERICOLO
- ☐ NON ESEGUIRE LAVORI PRIMA D'APER TOLTO LA TENSIONE
- ☐ QUADRO ELETTRICO
- ☐ NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI

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 della legge 46/90, articolo 1, lettera a;
- ❑ 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

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni

COMUNE DI PONZA

PROGETTO ESECUTIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 19,8 KWp

LOCALITA' DI INSTALLAZIONE:

POLIAMBULATORIO

VIA TRE VENTI

04027 PONZA

| | |
|-------------|---|
| <p>DATA</p> | <p>I TECNICI</p> <p>Ing. Nicola Bosco</p> <p>Arch. Tommaso Agnoni</p> |
|-------------|---|

INDICE

| | |
|---|---------|
| NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO..... | pag. 3 |
| DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE..... | pag. 4 |
| ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO..... | pag. 5 |
| • Sito di installazione | pag. 6 |
| • Descrizione dell'impianto | pag. 6 |
| • Radiazione solare e analisi delle ombre | pag. 7 |
| SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI..... | pag. 8 |
| • Generatore fotovoltaico..... | pag. 8 |
| • Strutture di sostegno dei moduli | pag. 10 |
| • Gruppo di conversione..... | pag. 11 |
| • Quadri elettrici | pag. 12 |
| • Cavi elettrici e di cablaggio | pag. 13 |
| • Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)..... | pag. 14 |
| IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT) | pag. 15 |
| VALUTAZIONE SUL CARICO TIPICO..... | pag. 16 |
| VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE..... | pag. 17 |
| ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI.... | pag. 18 |
| • Varie | pag. 18 |
| • Conclusioni | pag. 19 |

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

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

- ❑ norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- ❑ norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;
- ❑ UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il dimensionamento del campo fotovoltaico;
- ❑ UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- ❑ il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- ❑ la legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- ❑ norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);
- ❑ legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;
- ❑ deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico- economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

- ❑ Decreto 19 febbraio 2007 per gli aspetti del “nuovo conto energia”
- ❑ Delibera AEEG n° 88, n° 89, n°90 come disposizioni attuative del Decreto Legge 19-02-2007

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp verranno invece rispettate le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

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.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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 19800 Wp, nell'ambito del bando pubblico per la concessione di contributi in attuazione della Legge 10/91, promosso dal Ministero dell'Ambiente.

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|----------------------|---------------------------------------|
| Committente: | Poliambulatorio |
| Indirizzo: | Via Tre Venti - 04027 Comune di Ponza |
| Recapito telefonico: | |
| Codice fiscale: | |

LOCALITA' DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Tipo di edificio: | cemento armato |
| Indirizzo: | Via Tre Venti, Comune di Ponza |
| Destinazione d'uso dell'immobile: | Poliambulatorio |
| Potenza contrattuale: | 70 kw |
| Tariffa: | 0,16 |
| Numero POD contatore ENEL: | IT110E00002408 |
| Intestatario utenza: | Poliambulatorio |
| Tipologia fornitura: | bt |

DATI RELATIVI AL POSIZIONAMENTO DEL GENERATORE FV

| | |
|---|----------------------------|
| Posizionamento del generatore FV: | Copertura piana (Retrofit) |
| Angolo di azimut del generatore FV: | 0° |
| Angolo di tilt del generatore FV: | 0° |
| Fattore di albedo: | Tetti o terrazzi in bitume |
| Fattore di riduzione delle ombre K_{ombra} : | 0,80% |

Il campo fotovoltaico sarà esposto, con un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0° (tilt).

Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile **senza modificare il prospetto e i volumi, quindi lasciare invariato l'aspetto esterno degli edifici**. L'impianto sarà installato su un edificio soggetto a vincoli paesaggistici.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 110 moduli, suddivisi in 5 stringhe aventi ognuna 22 moduli.

Inoltre si prevede di adottare una conversione di stringa e quindi di utilizzare un numero di convertitori statici pari a 1.

RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Comune di Ponza.

In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è LATINA.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%.

Irraggiamento solare a LATINA

in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 0°

Fattore di albedo scelto: Tetti o terrazzi in bitume

| Mese | Giornaliero | | | | Mensile |
|-----------------|---|---|--|---------------------------------------|--|
| | <i>Radiazione Diretta</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Diffusa</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Riflessa</i> (Wh/m ²) | TOTALE (Wh/m ²) | TOTALE (kWh/m ²) |
| | | | | | |
| Gennaio | 1056 | 806 | 0 | 1861 | 58 |
| Febbraio | 1583 | 1083 | 0 | 2667 | 75 |
| Marzo | 2556 | 1444 | 0 | 4000 | 124 |
| Aprile | 3583 | 1833 | 0 | 5417 | 162 |
| Maggio | 4611 | 2000 | 0 | 6611 | 205 |

| | | | | | |
|---------------------|------|------|---|-------------|-------------|
| Giugno | 5556 | 1944 | 0 | 7500 | 225 |
| Luglio | 6028 | 1722 | 0 | 7750 | 240 |
| Agosto | 5028 | 1639 | 0 | 6667 | 207 |
| Settembre | 3639 | 1444 | 0 | 5083 | 152 |
| Ottobre | 2417 | 1111 | 0 | 3528 | 109 |
| Novembre | 1306 | 861 | 0 | 2167 | 65 |
| Dicembre | 917 | 722 | 0 | 1639 | 51 |
| Tot. annuale | | | | | 1673 |

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

GENERATORE FOTOVOLTAICO

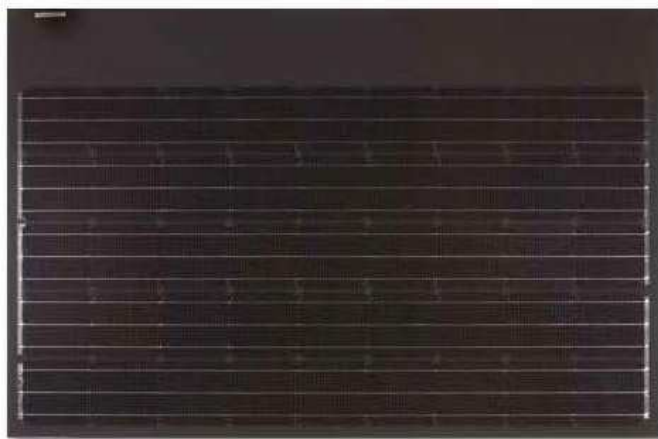
Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli del tipo “Piastrina FV STL-BA2 da 180 W” con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Numero moduli: | 110 |
| Potenza nominale | 180 Wp |
| Celle: | Silicio monocristallino alta efficienza |
| Tensione circuito aperto V_{OC} | 27,67 V |
| Corrente di corto circuito I_{SC} | 8,46 A |
| Tensione V_{MP} | 22,64 V |
| Corrente I_{MP} | 7,96 A |
| Grado di efficienza: | 14,10 % |
| Dimensioni: | 1510 x 1005 mm |

Foto del generatore:

STL-BA2



La **potenza complessiva** da raggiungere sarà di $110 \times 180 \text{ Wp} = 19800 \text{ Wp}$. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

| | |
|-------------------------------|--|
| Numero di stringhe | 5 |
| Numero di moduli per stringa | 22 |
| Superficie complessiva moduli | $1510 \text{ mm} \times 1005 \text{ mm} \times 110 = \mathbf{166,9 \text{ m}^2}$. |

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

I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà 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.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 0° (tilt) e ha un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio inox, resistenti all'azione corrosiva della salsedine, aderenti al piano di copertura e avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno in cls semplicemente appoggiati sull'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di

120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Copertura piana (Retrofit) a totale integrazione architettonica.

I dati relativi al posizionamento dei moduli in copertura piana sono: Moduli in verticale

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (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 sarà composto da n° 1 inverter tipo "Aurora Power-One TRIO-20.0-TL".

QUADRI ELETTRICI

- ❑ **Quadro lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per 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 ENEL.

CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

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

- ❑ Sezione delle anime in rame stagnato in ragione di 1,5mm x 1 A
- ❑ Cavo solare XPE/HFFR-XPE unipolare con conduttore flessibile in rame stagnato
- ❑ Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4 kV.

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 “+” colore rosso e del negativo con “-” colore nero

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

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

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, 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.

Inoltre il sistema prevede l'invio di e-mail al verificarsi di eventi di rottura inaspettati (fermo impianti, valori di tensioni e correnti fuori range etc.)

IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

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

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 solo nel caso di impianti monofase.

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

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 già esistente dell'edificio.

VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

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;

Per gli impianti di potenza superiore a 1 kWp ed inferiore a 50 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,75 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;
- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO₂ (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

VARIE

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica :

- ❑ QUADRO ELETTRICO GENERALE
- ❑ PERICOLO
- ❑ NON ESEGUIRE LAVORI PRIMA D'APER TOLTO LA TENSIONE
- ❑ QUADRO ELETTRICO
- ❑ NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI

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 della legge 46/90, articolo 1, lettera a;
- ❑ 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

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni

COMUNE DI PONZA

PROGETTO ESECUTIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 9,72 KWp

LOCALITA' DI INSATLLAZIONE:

SCUOLA MEDIA

VIA ROMA

04027 PONZA

DATA

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni

INDICE

| | |
|---|---------|
| NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO..... | pag. 3 |
| DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE..... | pag. 4 |
| ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO..... | pag. 5 |
| • Sito di installazione | pag. 6 |
| • Descrizione dell'impianto | pag. 6 |
| • Radiazione solare e analisi delle ombre | pag. 7 |
| SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI..... | pag. 8 |
| • Generatore fotovoltaico..... | pag. 8 |
| • Strutture di sostegno dei moduli | pag. 10 |
| • Gruppo di conversione..... | pag. 11 |
| • Quadri elettrici | pag. 12 |
| • Cavi elettrici e di cablaggio | pag. 13 |
| • Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)..... | pag. 14 |
| IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT) | pag. 15 |
| VALUTAZIONE SUL CARICO TIPICO..... | pag. 16 |
| VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE..... | pag. 17 |
| ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI.... | pag. 18 |
| • Varie | pag. 18 |
| • Conclusioni | pag. 19 |

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

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

- ❑ norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- ❑ norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;
- ❑ UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il dimensionamento del campo fotovoltaico;
- ❑ UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- ❑ il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- ❑ la legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- ❑ norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);
- ❑ legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;
- ❑ deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico- economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

- ❑ Decreto 19 febbraio 2007 per gli aspetti del “nuovo conto energia”
- ❑ Delibera AEEG n° 88, n° 89, n°90 come disposizioni attuative del Decreto Legge 19-02-2007

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp verranno invece rispettate le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

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.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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 9720 Wp, nell'ambito del bando pubblico per la concessione di contributi in attuazione della Legge 10/91, promosso dal Ministero dell'Ambiente.

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|----------------------|----------------------------------|
| Committente: | Scuola Media |
| Indirizzo: | Via Roma - 04027 Comune di Ponza |
| Recapito telefonico: | |
| Codice fiscale: | |

LOCALITA' DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

| | |
|-----------------------------------|---------------------------|
| Tipo di edificio: | |
| Indirizzo: | Via Roma, Comune di Ponza |
| Destinazione d'uso dell'immobile: | Scuola Media |
| Potenza contrattuale: | 3 KW |
| Tariffa: | 0,16 |
| Numero POD contatore SEP: | IT110E00002503 |
| Intestatario utenza: | Scuola Media |
| Tipologia fornitura: | BT |

DATI RELATIVI AL POSIZIONAMENTO DEL GENERATORE FV

| | |
|---|----------------------------|
| Posizionamento del generatore FV: | Copertura piana (Retrofit) |
| Angolo di azimut del generatore FV: | 0° |
| Angolo di tilt del generatore FV: | 0° |
| Fattore di albedo: | Tetti o terrazzi in bitume |
| Fattore di riduzione delle ombre K_{ombra} : | 0,80% |

Il campo fotovoltaico sarà esposto, con un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0° (tilt).

Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile **senza modificare il prospetto e i volumi, quindi lasciare invariato l'aspetto esterno degli edifici**. L'impianto sarà installato su un edificio soggetto a vincoli paesaggistici.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 54 moduli, suddivisi in 3 stringhe aventi ognuna 18 moduli.

Inoltre si prevede di adottare una conversione di stringa e quindi di utilizzare un numero di convertitori statici pari a 1.

RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Comune di Ponza.

In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è LATINA.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%.

Irraggiamento solare a LATINA

in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 0°

Fattore di albedo scelto: Tetti o terrazzi in bitume

| Mese | Giornaliero | | | | Mensile |
|----------------|---|---|--|---------------------------------------|--|
| | <i>Radiazione Diretta</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Diffusa</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Riflessa</i> (Wh/m ²) | TOTALE (Wh/m ²) | TOTALE (kWh/m ²) |
| Gennaio | 1056 | 806 | 0 | 1861 | 58 |

| | | | | | |
|---------------------|------|------|---|-------------|-------------|
| Febbraio | 1583 | 1083 | 0 | 2667 | 75 |
| Marzo | 2556 | 1444 | 0 | 4000 | 124 |
| Aprile | 3583 | 1833 | 0 | 5417 | 162 |
| Maggio | 4611 | 2000 | 0 | 6611 | 205 |
| Giugno | 5556 | 1944 | 0 | 7500 | 225 |
| Luglio | 6028 | 1722 | 0 | 7750 | 240 |
| Agosto | 5028 | 1639 | 0 | 6667 | 207 |
| Settembre | 3639 | 1444 | 0 | 5083 | 152 |
| Ottobre | 2417 | 1111 | 0 | 3528 | 109 |
| Novembre | 1306 | 861 | 0 | 2167 | 65 |
| Dicembre | 917 | 722 | 0 | 1639 | 51 |
| Tot. annuale | | | | | 1673 |

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

GENERATORE FOTOVOLTAICO

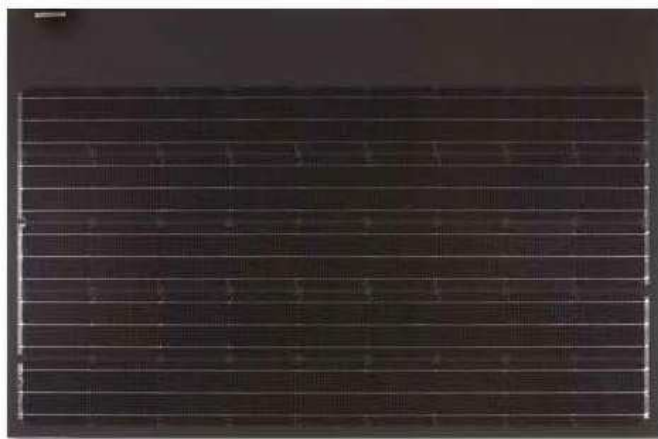
Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli del tipo “Piastrina FV STL-BA2 da 180 W” con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Numero moduli: | 54 |
| Potenza nominale | 180 Wp |
| Celle: | Silicio monocristallino alta efficienza |
| Tensione circuito aperto V_{OC} | 27,67 V |
| Corrente di corto circuito I_{SC} | 8,46 A |
| Tensione V_{MP} | 22,64 V |
| Corrente I_{MP} | 7,96 A |
| Grado di efficienza: | 14,10 % |
| Dimensioni: | 1510 x 1005 mm |

Foto del generatore:

STL-BA2



La **potenza complessiva** da raggiungere sarà di $54 \times 180 \text{ Wp} = 9720 \text{ Wp}$. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

| | |
|-------------------------------|--|
| Numero di stringhe | 3 |
| Numero di moduli per stringa | 18 |
| Superficie complessiva moduli | $1510 \text{ mm} \times 1005 \text{ mm} \times 54 = \mathbf{81,9 \text{ m}^2}$. |

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

I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà 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.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 0° (tilt) e ha un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio inox, resistenti all'azione corrosiva della salsedine, aderenti al piano di copertura e avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno in cls semplicemente appoggiati sull'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di

120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Copertura piana (Retrofit) a totale integrazione architettonica.

I dati relativi al posizionamento dei moduli in copertura piana sono: Moduli in verticale

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (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 sarà composto da n° 1 inverter tipo "Aurora Power-One PVI-10.0-OUTD-IT".

QUADRI ELETTRICI

❑ **Quadro lato corrente continua**

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per 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 ENEL.

CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

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

- ❑ Sezione delle anime in rame stagnato in ragione di 1,5mm x 1 A
- ❑ Cavo solare XPE/HFFR-XPE unipolare con conduttore flessibile in rame stagnato
- ❑ Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4 kV.

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 "+" colore rosso e del negativo con "-" colore nero

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

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

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, 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.

Inoltre il sistema prevede l'invio di e-mail al verificarsi di eventi di rottura inaspettati (fermo impianti, valori di tensioni e correnti fuori range etc.)

IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

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

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 solo nel caso di impianti monofase.

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

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 già esistente dell'edificio.

VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

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;

Per gli impianti di potenza superiore a 1 kWp ed inferiore a 50 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,75 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;
- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO₂ (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

VARIE

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica :

- ❑ QUADRO ELETTRICO GENERALE
- ❑ PERICOLO
- ❑ NON ESEGUIRE LAVORI PRIMA D'APER TOLTO LA TENSIONE
- ❑ QUADRO ELETTRICO
- ❑ NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI

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 della legge 46/90, articolo 1, lettera a;
- ❑ 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

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni

COMUNE DI PONZA

PROGETTO ESECUTIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 10,08 KWp

LOCALITA' DI INSTALLAZIONE:

SCUOLA PRIMARIA

VIA CAVATELLA 1°

04027 PONZA

| | |
|------|---|
| DATA | <p>I TECNICI</p> <p>Ing. Nicola Bosco</p> <p>Arch. Tommaso Agnoni</p> |
|------|---|

INDICE

| | |
|---|---------|
| NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO..... | pag. 3 |
| DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE..... | pag. 4 |
| ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO..... | pag. 5 |
| • Sito di installazione | pag. 6 |
| • Descrizione dell'impianto | pag. 6 |
| • Radiazione solare e analisi delle ombre | pag. 7 |
| SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI..... | pag. 8 |
| • Generatore fotovoltaico..... | pag. 8 |
| • Strutture di sostegno dei moduli | pag. 10 |
| • Gruppo di conversione..... | pag. 11 |
| • Quadri elettrici | pag. 12 |
| • Cavi elettrici e di cablaggio | pag. 13 |
| • Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)..... | pag. 14 |
| IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT) | pag. 15 |
| VALUTAZIONE SUL CARICO TIPICO..... | pag. 16 |
| VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE..... | pag. 17 |
| ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI.... | pag. 18 |
| • Varie | pag. 18 |
| • Conclusioni | pag. 19 |

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

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

- ❑ norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- ❑ norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;
- ❑ UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il dimensionamento del campo fotovoltaico;
- ❑ UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- ❑ il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- ❑ la legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- ❑ norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);
- ❑ legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;
- ❑ deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico- economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

- ❑ Decreto 19 febbraio 2007 per gli aspetti del “nuovo conto energia”
- ❑ Delibera AEEG n° 88, n° 89, n°90 come disposizioni attuative del Decreto Legge 19-02-2007

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp verranno invece rispettate le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

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.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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 10080 Wp, nell'ambito del bando pubblico per la concessione di contributi in attuazione della Legge 10/91, promosso dal Ministero dell'Ambiente.

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|----------------------|---------------------------------------|
| Committente: | Scuola Primaria |
| Indirizzo: | Via Cavatella - 04027 Comune di Ponza |
| Recapito telefonico: | |
| Codice fiscale: | |

LOCALITA' DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Tipo di edificio: | In cemento armato |
| Indirizzo: | Via Cavatella, Comune di Ponza |
| Destinazione d'uso dell'immobile: | Scuola Primaria |
| Potenza contrattuale: | 30 kw |
| Tariffa: | 0,16 |
| Numero POD contatore SEP: | IT110E00002458 |
| Intestatario utenza: | Scuola Primaria |
| Tipologia fornitura: | BT |

DATI RELATIVI AL POSIZIONAMENTO DEL GENERATORE FV

| | |
|---|----------------------------|
| Posizionamento del generatore FV: | Copertura piana (Retrofit) |
| Angolo di azimuth del generatore FV: | 0° |
| Angolo di tilt del generatore FV: | 0° |
| Fattore di albedo: | Tetti o terrazzi in bitume |
| Fattore di riduzione delle ombre K_{ombra} : | 0,80% |

Il campo fotovoltaico sarà esposto, con un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0° (tilt).

Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile **senza modificare il prospetto e i volumi, quindi lasciare invariato l'aspetto esterno degli edifici**. L'impianto sarà installato su un edificio soggetto a vincoli paesaggistici.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 56 moduli, suddivisi in 4 stringhe aventi ognuna 14 moduli.

Inoltre si prevede di adottare una conversione di stringa e quindi di utilizzare un numero di convertitori statici pari a 1.

RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Comune di Ponza.

In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è LATINA.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%.

Irraggiamento solare a LATINA

in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 0°

Fattore di albedo scelto: Tetti o terrazzi in bitume

| Mese | Giornaliero | | | | Mensile |
|-----------------|---|---|--|---------------------------------------|--|
| | <i>Radiazione Diretta</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Diffusa</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Riflessa</i> (Wh/m ²) | TOTALE (Wh/m ²) | TOTALE (kWh/m ²) |
| | | | | | |
| Gennaio | 1056 | 806 | 0 | 1861 | 58 |
| Febbraio | 1583 | 1083 | 0 | 2667 | 75 |
| Marzo | 2556 | 1444 | 0 | 4000 | 124 |

| | | | | | |
|---------------------|------|------|---|-------------|-------------|
| Aprile | 3583 | 1833 | 0 | 5417 | 162 |
| Maggio | 4611 | 2000 | 0 | 6611 | 205 |
| Giugno | 5556 | 1944 | 0 | 7500 | 225 |
| Luglio | 6028 | 1722 | 0 | 7750 | 240 |
| Agosto | 5028 | 1639 | 0 | 6667 | 207 |
| Settembre | 3639 | 1444 | 0 | 5083 | 152 |
| Ottobre | 2417 | 1111 | 0 | 3528 | 109 |
| Novembre | 1306 | 861 | 0 | 2167 | 65 |
| Dicembre | 917 | 722 | 0 | 1639 | 51 |
| Tot. annuale | | | | | 1673 |

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

GENERATORE FOTOVOLTAICO

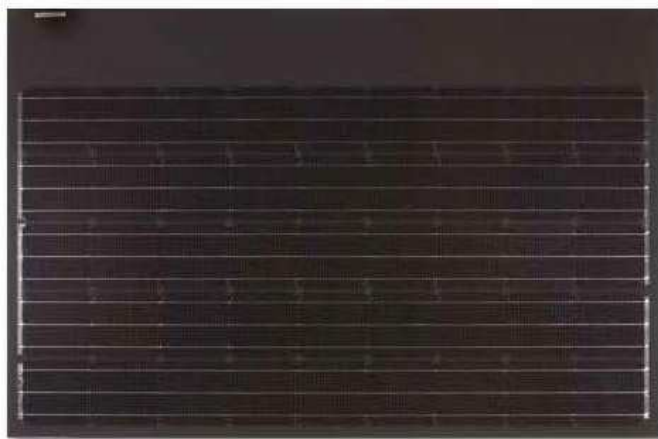
Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli del tipo “Piastrina FV STL-BA2 da 180 W” con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Numero moduli: | 56 |
| Potenza nominale | 180 Wp |
| Celle: | Silicio monocristallino alta efficienza |
| Tensione circuito aperto V_{OC} | 27,67 V |
| Corrente di corto circuito I_{SC} | 8,46 A |
| Tensione V_{MP} | 22,64 V |
| Corrente I_{MP} | 7,96 A |
| Grado di efficienza: | 14,10 % |
| Dimensioni: | 1510 x 1005 mm |

Foto del generatore:

STL-BA2



La **potenza complessiva** da raggiungere sarà di $56 \times 180 \text{ Wp} = 10080 \text{ Wp}$. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

| | |
|-------------------------------|--|
| Numero di stringhe | 4 |
| Numero di moduli per stringa | 14 |
| Superficie complessiva moduli | $1510 \text{ mm} \times 1005 \text{ mm} \times 56 = \mathbf{84,9 \text{ m}^2}$. |

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

I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà 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.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 0° (tilt) e ha un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio inox, resistenti all'azione corrosiva della salsedine,

aderenti al piano di copertura e avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno praticati avendo cura di ripristinare la tenuta stagna dell'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Copertura piana (Retrofit) a totale integrazione architettonica.

I dati relativi al posizionamento dei moduli in copertura piana sono: Moduli in verticale.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (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 sarà composto da n° 1 inverter tipo "SUNWAY TG 10 800V".

Le caratteristiche tecniche dell'inverter scelto sono le seguenti:

| | |
|----------------------------------|-------------|
| Ingresso max: | 10000 Wp |
| Tensioni in ingresso consentite: | 430 – 760 V |
| Corrente massima in ingresso: | 17,2 A |
| Efficienza: | > 95 % |
| Peso: | 140 kg |

QUADRI ELETTRICI

□ Quadro lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per 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 ENEL.

CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

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

- Sezione delle anime in rame stagnato in ragione di 1,5mm x 1 A
- Cavo solare XPE/HFFR-XPE unipolare con conduttore flessibile in rame stagnato
- Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati
- tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4 kV.

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 “+” colore rosso e del negativo con “-” colore nero

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

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

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, 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.

Inoltre il sistema prevede l'invio di e-mail al verificarsi di eventi di rottura inaspettati (fermo impianti, valori di tensioni e correnti fuori range etc.)

IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

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

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 solo nel caso di impianti monofase.

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

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 già esistente dell'edificio.

VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

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;

Per gli impianti di potenza superiore a 1 kWp ed inferiore a 50 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,75 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;
- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO₂ (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

VARIE

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica :

- ❑ QUADRO ELETTRICO GENERALE
- ❑ PERICOLO
- ❑ NON ESEGUIRE LAVORI PRIMA D' AVER TOLTO LA TENSIONE
- ❑ QUADRO ELETTRICO
- ❑ NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI

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 della legge 46/90, articolo 1, lettera a);
- ❑ 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

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni

COMUNE DI PONZA

PROGETTO ESECUTIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 10,08 KWp

LOCALITA' DI INSTALLAZIONE:

SCUOLA PRIMARIA

VIA CAVATELLA II°

04027 PONZA

DATA

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni

INDICE

| | |
|---|---------|
| NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO..... | pag. 3 |
| DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE..... | pag. 4 |
| ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO..... | pag. 5 |
| • Sito di installazione | pag. 6 |
| • Descrizione dell'impianto | pag. 6 |
| • Radiazione solare e analisi delle ombre | pag. 7 |
| SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI..... | pag. 8 |
| • Generatore fotovoltaico..... | pag. 8 |
| • Strutture di sostegno dei moduli | pag. 10 |
| • Gruppo di conversione..... | pag. 11 |
| • Quadri elettrici | pag. 12 |
| • Cavi elettrici e di cablaggio | pag. 13 |
| • Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)..... | pag. 14 |
| IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT) | pag. 15 |
| VALUTAZIONE SUL CARICO TIPICO..... | pag. 16 |
| VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE..... | pag. 17 |
| ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI.... | pag. 18 |
| • Varie | pag. 18 |
| • Conclusioni | pag. 19 |

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

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

- ❑ norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- ❑ norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;
- ❑ UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il dimensionamento del campo fotovoltaico;
- ❑ UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- ❑ il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- ❑ la legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- ❑ norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);
- ❑ legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;
- ❑ deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico- economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

- ❑ Decreto 19 febbraio 2007 per gli aspetti del “nuovo conto energia”
- ❑ Delibera AEEG n° 88, n° 89, n°90 come disposizioni attuative del Decreto Legge 19-02-2007

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp verranno invece rispettate le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

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.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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 10080 Wp, nell'ambito del bando pubblico per la concessione di contributi in attuazione della Legge 10/91, promosso dal Ministero dell'Ambiente.

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|----------------------|---------------------------------------|
| Committente: | Scuola Primaria |
| Indirizzo: | Via Cavatella - 04027 Comune di Ponza |
| Recapito telefonico: | |
| Codice fiscale: | |

LOCALITA' DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

| | |
|-----------------------------------|--------------------------------|
| Tipo di edificio: | cemento armato |
| Indirizzo: | Via Cavatella, Comune di Ponza |
| Destinazione d'uso dell'immobile: | Scuola Primaria |
| Potenza contrattuale: | 10 kw |
| Tariffa: | 0,16 |
| Numero POD contatore ENEL: | IT110E00002526 |
| Intestatario utenza: | Scuola Primaria |
| Tipologia fornitura: | bt |

DATI RELATIVI AL POSIZIONAMENTO DEL GENERATORE FV

| | |
|---|----------------------------|
| Posizionamento del generatore FV: | Copertura piana (Retrofit) |
| Angolo di azimut del generatore FV: | 0° |
| Angolo di tilt del generatore FV: | 0° |
| Fattore di albedo: | Tetti o terrazzi in bitume |
| Fattore di riduzione delle ombre K_{ombra} : | 0,80% |

Il campo fotovoltaico sarà esposto, con un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0° (tilt).

Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile **senza modificare il prospetto e i volumi, quindi lasciare invariato l'aspetto esterno degli edifici**. L'impianto sarà installato su un edificio soggetto a vincoli paesaggistici.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 56 moduli, suddivisi in 4 stringhe aventi ognuna 14 moduli.

Inoltre si prevede di adottare una conversione di stringa e quindi di utilizzare un numero di convertitori statici pari a 1.

RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Comune di Ponza.

In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è LATINA.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%.

Irraggiamento solare a LATINA

in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 0°

Fattore di albedo scelto: Tetti o terrazzi in bitume

| Mese | Giornaliero | | | | Mensile |
|-----------------|---|---|--|---------------------------------------|--|
| | <i>Radiazione Diretta</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Diffusa</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Riflessa</i> (Wh/m ²) | TOTALE (Wh/m ²) | TOTALE (kWh/m ²) |
| | | | | | |
| Gennaio | 1056 | 806 | 0 | 1861 | 58 |
| Febbraio | 1583 | 1083 | 0 | 2667 | 75 |
| Marzo | 2556 | 1444 | 0 | 4000 | 124 |
| Aprile | 3583 | 1833 | 0 | 5417 | 162 |
| Maggio | 4611 | 2000 | 0 | 6611 | 205 |

| | | | | | |
|---------------------|------|------|---|-------------|-------------|
| Giugno | 5556 | 1944 | 0 | 7500 | 225 |
| Luglio | 6028 | 1722 | 0 | 7750 | 240 |
| Agosto | 5028 | 1639 | 0 | 6667 | 207 |
| Settembre | 3639 | 1444 | 0 | 5083 | 152 |
| Ottobre | 2417 | 1111 | 0 | 3528 | 109 |
| Novembre | 1306 | 861 | 0 | 2167 | 65 |
| Dicembre | 917 | 722 | 0 | 1639 | 51 |
| Tot. annuale | | | | | 1673 |

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

GENERATORE FOTOVOLTAICO

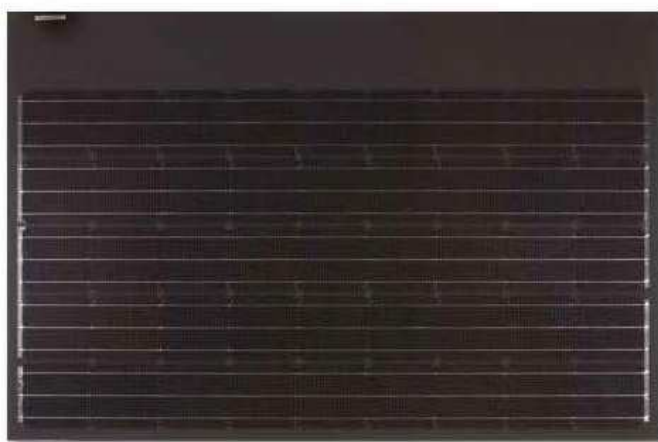
Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli del tipo “Piastrina FV STL-BA2 da 180 W” con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Numero moduli: | 56 |
| Potenza nominale | 180 Wp |
| Celle: | Silicio monocristallino alta efficienza |
| Tensione circuito aperto V_{OC} | 27,67 V |
| Corrente di corto circuito I_{SC} | 8,46 A |
| Tensione V_{MP} | 22,64 V |
| Corrente I_{MP} | 7,96 A |
| Grado di efficienza: | 14,10 % |
| Dimensioni: | 1510 x 1005 mm |

Foto del generatore:

STL-BA2



La **potenza complessiva** da raggiungere sarà di $56 \times 180 \text{ Wp} = 10080 \text{ Wp}$. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

| | |
|-------------------------------|--|
| Numero di stringhe | 4 |
| Numero di moduli per stringa | 14 |
| Superficie complessiva moduli | $1510 \text{ mm} \times 1005 \text{ mm} \times 56 = \mathbf{84,9 \text{ m}^2}$. |

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

I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà 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.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 0° (tilt) e ha un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio inox, resistenti all'azione corrosiva della salsedine, aderenti al piano di copertura e avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno in cls semplicemente appoggiati sull'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di

120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Copertura piana (Retrofit) a totale integrazione architettonica.

I dati relativi al posizionamento dei moduli in copertura piana sono: Moduli in verticale

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (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 sarà composto da n° 1 inverter tipo "SUNWAY TG 10 800V".

Le caratteristiche tecniche dell'inverter scelto sono le seguenti:

| | |
|----------------------------------|-------------|
| Ingresso max: | 10000 Wp |
| Tensioni in ingresso consentite: | 430 – 760 V |
| Corrente massima in ingresso: | 17,2 A |
| Efficienza: | > 95 % |
| Peso: | 140 kg |

QUADRI ELETTRICI

□ Quadro lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per 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 ENEL.

CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

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

- Sezione delle anime in rame stagnato in ragione di 1,5mm x 1 A
- Cavo solare XPE/HFFR-XPE unipolare con conduttore flessibile in rame stagnato
- Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati
- tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI 20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4 kV.

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 “+” colore rosso e del negativo con “-” colore nero

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

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

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, 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.

Inoltre il sistema prevede l'invio di e-mail al verificarsi di eventi di rottura inaspettati (fermo impianti, valori di tensioni e correnti fuori range etc.)

IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

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

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 solo nel caso di impianti monofase.

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

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 già esistente dell'edificio.

VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

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;

Per gli impianti di potenza superiore a 1 kWp ed inferiore a 50 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,75 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;
- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO₂ (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

VARIE

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica :

- ❑ QUADRO ELETTRICO GENERALE
- ❑ PERICOLO
- ❑ NON ESEGUIRE LAVORI PRIMA D'APER TOLTO LA TENSIONE
- ❑ QUADRO ELETTRICO
- ❑ NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI

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 della legge 46/90, articolo 1, lettera a;
- ❑ 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

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoli

COMUNE DI PONZA

PROGETTO ESECUTIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 14,04 KWp

LOCALITA' DI INSTALLAZIONE:

SCUOLA PRIMARIA

VIA PIAZZA A SANTA MARIA

04027 PONZA

| | |
|------|--|
| DATA | I TECNICI Ing. Nicola Bosco Arch. Tommaso Agnoni |
|------|--|

INDICE

| | |
|--|---------|
| NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO..... | pag. 3 |
| DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE..... | pag. 4 |
| ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO..... | pag. 5 |
| • Sito di installazione | pag. 6 |
| • Descrizione dell'impianto | pag. 6 |
| • Radiazione solare e analisi delle ombre | pag. 7 |
| SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI..... | pag. 8 |
| • Generatore fotovoltaico..... | pag. 8 |
| • Strutture di sostegno dei moduli | pag. 10 |
| • Gruppo di conversione..... | pag. 11 |
| • Quadri elettrici | pag. 12 |
| • Cavi elettrici e di cablaggio | pag. 13 |
| • Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)..... | pag. 14 |
| IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT) | pag. 15 |
| VALUTAZIONE SUL CARICO TIPICO..... | pag. 16 |
| VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE | pag. 17 |
| ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI..... | pag. 18 |
| • Varie | pag. 18 |
| • Conclusioni | pag. 19 |

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

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

- ❑ norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- ❑ norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;
- ❑ UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il dimensionamento del campo fotovoltaico;
- ❑ UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- ❑ il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- ❑ la legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- ❑ norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);
- ❑ legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;
- ❑ deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico- economiche del servizio di scambio sul posto

dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

- ❑ Decreto 19 febbraio 2007 per gli aspetti del "nuovo conto energia"
- ❑ Delibera AEEG n° 88, n° 89, n°90 come disposizioni attuative del Decreto Legge 19-02-2007

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp verranno invece rispettate le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

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.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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 14040 Wp, nell'ambito del bando pubblico per la concessione di contributi in attuazione della Legge 10/91, promosso dal Ministero dell'Ambiente.

| DATI RELATIVI AL COMMITTENTE | |
|------------------------------|---|
| Committente: | Scuola Primaria |
| Indirizzo: | Via Santa Maria - 04027 Comune di Ponza |
| Recapito telefonico: | |
| Codice fiscale: | |

| LOCALITA' DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO | |
|--|----------------------------------|
| Tipo di edificio: | |
| Indirizzo: | Via Santa Maria, Comune di Ponza |
| Destinazione d'uso dell'immobile: | Scuola Primaria |
| Potenza contrattuale: | 20 kw |
| Tariffa: | 0,16 |
| Numero POD contatore SEP: | IT110E00002513 |
| Intestatario utenza: | Scuola Primaria |
| Tipologia fornitura: | BT |

| DATI RELATIVI AL POSIZIONAMENTO DEL GENERATORE FV | |
|---|----------------------------|
| Posizionamento del generatore FV: | Copertura piana (Retrofit) |
| Angolo di azimut del generatore FV: | 0° |
| Angolo di tilt del generatore FV: | 0° |
| Fattore di albedo: | Tetti o terrazzi in bitume |
| Fattore di riduzione delle ombre K_{ombra} : | 0,80% |

Il campo fotovoltaico sarà esposto, con un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0° (tilt).

Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile **senza modificare il prospetto e i volumi, quindi lasciare invariato l'aspetto esterno degli edifici**. L'impianto sarà installato su un edificio soggetto a vincoli paesaggistici.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 78 moduli, suddivisi in 3 stringhe aventi ognuna 26 moduli.

Inoltre si prevede di adottare una conversione di stringa e quindi di utilizzare un numero di convertitori statici pari a 1.

RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Comune di Ponza.

In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è LATINA.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%.

Irraggiamento solare a LATINA

in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 0°

Fattore di albedo scelto: Tetti o terrazzi in bitume

| Mese | Giornaliero | | | | Mensile |
|-----------------|---|---|--|---------------------------------------|--|
| | <i>Radiazione Diretta</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Diffusa</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Riflessa</i> (Wh/m ²) | TOTALE (Wh/m ²) | TOTALE (kWh/m ²) |
| | | | | | |
| Gennaio | 1056 | 806 | 0 | 1861 | 58 |
| Febbraio | 1583 | 1083 | 0 | 2667 | 75 |
| Marzo | 2556 | 1444 | 0 | 4000 | 124 |

| | | | | | |
|---------------------|------|------|---|-------------|-------------|
| Aprile | 3583 | 1833 | 0 | 5417 | 162 |
| Maggio | 4611 | 2000 | 0 | 6611 | 205 |
| Giugno | 5556 | 1944 | 0 | 7500 | 225 |
| Luglio | 6028 | 1722 | 0 | 7750 | 240 |
| Agosto | 5028 | 1639 | 0 | 6667 | 207 |
| Settembre | 3639 | 1444 | 0 | 5083 | 152 |
| Ottobre | 2417 | 1111 | 0 | 3528 | 109 |
| Novembre | 1306 | 861 | 0 | 2167 | 65 |
| Dicembre | 917 | 722 | 0 | 1639 | 51 |
| Tot. annuale | | | | | 1673 |

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

GENERATORE FOTOVOLTAICO

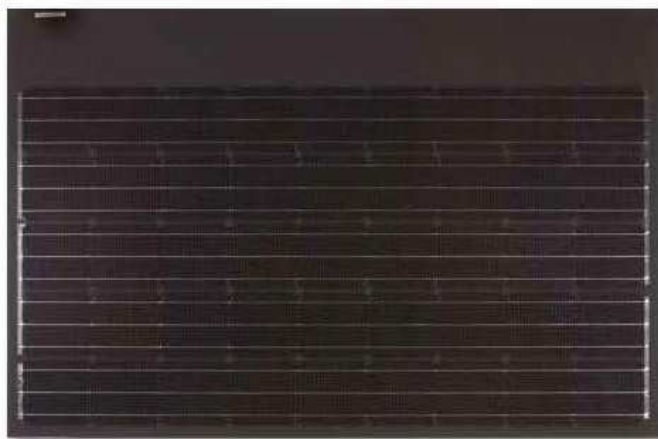
Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli del tipo “Piastrina FV STL-BA2 da 180 W” con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Numero moduli: | 78 |
| Potenza nominale | 180 Wp |
| Celle: | Silicio monocristallino alta efficienza |
| Tensione circuito aperto V_{OC} | 27,67 V |
| Corrente di corto circuito I_{SC} | 8,46 A |
| Tensione V_{MP} | 22,64 V |
| Corrente I_{MP} | 7,96 A |
| Grado di efficienza: | 14,10 % |
| Dimensioni: | 1510 x 1005 mm |

Foto del generatore:

STL-BA2



La **potenza complessiva** da raggiungere sarà di $78 \times 180 \text{ Wp} = 14040 \text{ Wp}$. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

| | |
|-------------------------------|---|
| Numero di stringhe | 3 |
| Numero di moduli per stringa | 26 |
| Superficie complessiva moduli | $1510 \text{ mm} \times 1005 \text{ mm} \times 78 = \mathbf{118,3 \text{ m}^2}$. |

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

I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà 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.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 0° (tilt) e ha un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio inox, resistenti all'azione corrosiva della salsedine, aderenti al piano di copertura e avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno realizzati in cls e semplicemente appoggiati sull'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino

alla velocità di 120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Copertura piana (Retrofit) a totale integrazione architettonica.

I dati relativi al posizionamento dei moduli in copertura piana sono: Moduli in verticale.

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (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 sarà composto da n° 1 inverter tipo "Aurora Power-One PVI-10.0-OUTD-IT".

QUADRI ELETTRICI

❑ Quadro lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per 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 ENEL.

CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

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

- ❑ Sezione delle anime in rame stagnato in ragione di 1,5mm x 1 A
- ❑ Cavo solare XPE/HFFR-XPE unipolare con conduttore flessibile in rame stagnato
- ❑ Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4 kV.

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 "+" colore rosso e del negativo con "-" colore nero

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

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

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, 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.

Inoltre il sistema prevede l'invio di e-mail al verificarsi di eventi di rottura inaspettati (fermo impianti, valori di tensioni e correnti fuori range etc.)

IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

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

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 solo nel caso di impianti monofase.

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

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 già esistente dell'edificio.

VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

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;

Per gli impianti di potenza superiore a 1 kWp ed inferiore a 50 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,75 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;
- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO₂ (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

VARIE

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica :

- ❑ QUADRO ELETTRICO GENERALE
- ❑ PERICOLO
- ❑ NON ESEGUIRE LAVORI PRIMA D'APER TOLTO LA TENSIONE
- ❑ QUADRO ELETTRICO
- ❑ NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI

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 della legge 46/90, articolo 1, lettera a);
- ❑ 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

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni

COMUNE DI PONZA

PROGETTO ESECUTIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO DA 18,72 KWp

LOCALITA' DI INSTALLAZIONE:

SEDE COMUNALE

VIA ROMA

04027 PONZA

DATA

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni

INDICE

| | |
|---|---------|
| NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO..... | pag. 3 |
| DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE..... | pag. 4 |
| ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO..... | pag. 5 |
| • Sito di installazione | pag. 6 |
| • Descrizione dell'impianto | pag. 6 |
| • Radiazione solare e analisi delle ombre | pag. 7 |
| SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI..... | pag. 8 |
| • Generatore fotovoltaico..... | pag. 8 |
| • Strutture di sostegno dei moduli | pag. 10 |
| • Gruppo di conversione..... | pag. 11 |
| • Quadri elettrici | pag. 12 |
| • Cavi elettrici e di cablaggio | pag. 13 |
| • Sistema di controllo e monitoraggio (SCM)..... | pag. 14 |
| IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT) | pag. 15 |
| VALUTAZIONE SUL CARICO TIPICO..... | pag. 16 |
| VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE..... | pag. 17 |
| ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI.... | pag. 18 |
| • Varie | pag. 18 |
| • Conclusioni | pag. 19 |

NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO

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

- ❑ norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale;
- ❑ norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici; in particolare, la CEI EN 61215 per moduli al silicio cristallino e la CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- ❑ conformità al marchio CE per i moduli fotovoltaici e per il convertitore c.c./c.a.;
- ❑ UNI 10349, o Atlante Europeo della Radiazione Solare, per il dimensionamento del campo fotovoltaico;
- ❑ UNI/ISO per le strutture meccaniche di supporto e di ancoraggio dei moduli fotovoltaici.

Si richiamano, inoltre, le norme EN 60439-1 e IEC 439 per quanto riguarda i quadri elettrici, le norme CEI 110-31 e le CEI 110-28 per il contenuto di armoniche e i disturbi indotti sulla rete dal convertitore c.c./c.a., le norme CEI 110-1, le CEI 110-6 e le CEI 110-8 per la compatibilità elettromagnetica (EMC) e la limitazione delle emissioni in RF.

Circa la sicurezza e la prevenzione degli infortuni, si ricorda:

- ❑ il DPR 547/55 e il D.Lgs. 626/94 e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni sul lavoro;
- ❑ la legge 46/90 e DPR 447/91 (regolamento di attuazione della legge 46/90) e successive modificazioni e integrazioni, per la sicurezza elettrica.

Per quanto riguarda il collegamento alla rete e l'esercizio dell'impianto, le scelte progettuali devono essere conformi alle seguenti normative e leggi:

- ❑ norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica, con particolare riferimento al paragrafo 5.1 (IV edizione, agosto 2000);
- ❑ legge 133/99, articolo 10, comma 7, per gli aspetti fiscali: il comma prevede che l'esercizio di impianti da fonti rinnovabili di potenza non superiore a 20 kW, anche collegati alla rete, non è soggetto agli obblighi della denuncia di officina elettrica per il rilascio della licenza di esercizio e che l'energia consumata, sia autoprodotta che ricevuta in conto scambio, non è sottoposta all'imposta erariale e alle relative addizionali;
- ❑ deliberazione n. 224/00 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas del 6 dicembre 2000, per gli aspetti tariffari: l'utente può optare per il regime di scambio dell'energia elettrica con il distributore; in tal caso, si applica la: "Disciplina delle condizioni tecnico- economiche del servizio di scambio sul posto dell'energia elettrica prodotta da impianti fotovoltaici con potenza nominale non superiore a 20 kW (Deliberazione 224/00)".

- ❑ Decreto 19 febbraio 2007 per gli aspetti del “nuovo conto energia”
- ❑ Delibera AEEG n° 88, n° 89, n°90 come disposizioni attuative del Decreto Legge 19-02-2007

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, anche se non espressamente richiamati, si considerano applicabili.

DIMENSIONAMENTO, PRESTAZIONI E GARANZIE

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 (o dell'Atlante Europeo della Radiazione Solare) e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

Gli impianti di potenza compresa tra 1 kWp e 50 kWp verranno progettati per avere una potenza attiva, lato corrente alternata, superiore al 75% del valore della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico, riferita alle condizioni STC.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp verranno invece rispettate le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

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.

ANALISI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

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 18720 Wp, nell'ambito del bando pubblico per la concessione di contributi in attuazione della Legge 10/91, promosso dal Ministero dell'Ambiente.

DATI RELATIVI AL COMMITTENTE

| | |
|----------------------|--------------------------------------|
| Committente: | Sede Comunale |
| Indirizzo: | Via Pisacane - 04027 Comune di Ponza |
| Recapito telefonico: | |
| Codice fiscale: | |

LOCALITA' DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

| | |
|-----------------------------------|-------------------------------|
| Tipo di edificio: | edificio in muratura |
| Indirizzo: | Via Pisacane, Comune di Ponza |
| Destinazione d'uso dell'immobile: | Sede Comunale |
| Potenza contrattuale: | 20 kw |
| Tariffa: | 0,16 |
| Numero POD contatore ENEL: | IT110E00002506 |
| Intestatario utenza: | Sede Comunale |
| Tipologia fornitura: | bt |

DATI RELATIVI AL POSIZIONAMENTO DEL GENERATORE FV

| | |
|---|----------------------------|
| Posizionamento del generatore FV: | Copertura piana (Retrofit) |
| Angolo di azimuth del generatore FV: | 0° |
| Angolo di tilt del generatore FV: | 0° |
| Fattore di albedo: | Tetti o terrazzi in bitume |
| Fattore di riduzione delle ombre K_{ombra} : | 0,80% |

Il campo fotovoltaico sarà esposto, con un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud e avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0° (tilt).

Tale esposizione è la più idonea al fine di massimizzare l'energia producibile **senza modificare il prospetto e i volumi, quindi lasciare invariato l'aspetto esterno degli edifici**. L'impianto sarà installato su un edificio soggetto a vincoli paesaggistici.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%, garantendo così che le perdite di energia derivanti da fenomeni di ombreggiamento non siano superiori al 5% su base annua.

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico sarà costituito da 104 moduli, suddivisi in 8 stringhe aventi ognuna 13 moduli.

Inoltre si prevede di adottare una conversione di stringa e quindi di utilizzare un numero di convertitori statici pari a 1.

RADIAZIONE SOLARE E ANALISI DELLE OMBRE

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Comune di Ponza.

In base alla Norma UNI 10349 la località che meglio identifica quanto sopra esposto è LATINA.

E' stato scelto un fattore di riduzione delle ombre del 0,80%.

Irraggiamento solare a LATINA

in base alla norma UNI 10349 e calcolato su moduli esposti a 0° rispetto al Sud ed inclinati rispetto all'orizzontale di 0°

Fattore di albedo scelto: Tetti o terrazzi in bitume

| Mese | Giornaliero | | | | Mensile |
|-----------------|---|---|--|---------------------------------------|--|
| | <i>Radiazione Diretta</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Diffusa</i> (Wh/m ²) | <i>Radiazione Riflessa</i> (Wh/m ²) | TOTALE (Wh/m ²) | TOTALE (kWh/m ²) |
| | | | | | |
| Gennaio | 1056 | 806 | 0 | 1861 | 58 |
| Febbraio | 1583 | 1083 | 0 | 2667 | 75 |
| Marzo | 2556 | 1444 | 0 | 4000 | 124 |
| Aprile | 3583 | 1833 | 0 | 5417 | 162 |
| Maggio | 4611 | 2000 | 0 | 6611 | 205 |

| | | | | | |
|---------------------|------|------|---|-------------|-------------|
| Giugno | 5556 | 1944 | 0 | 7500 | 225 |
| Luglio | 6028 | 1722 | 0 | 7750 | 240 |
| Agosto | 5028 | 1639 | 0 | 6667 | 207 |
| Settembre | 3639 | 1444 | 0 | 5083 | 152 |
| Ottobre | 2417 | 1111 | 0 | 3528 | 109 |
| Novembre | 1306 | 861 | 0 | 2167 | 65 |
| Dicembre | 917 | 722 | 0 | 1639 | 51 |
| Tot. annuale | | | | | 1673 |

SPECIFICHE TECNICHE DEI COMPONENTI

GENERATORE FOTOVOLTAICO

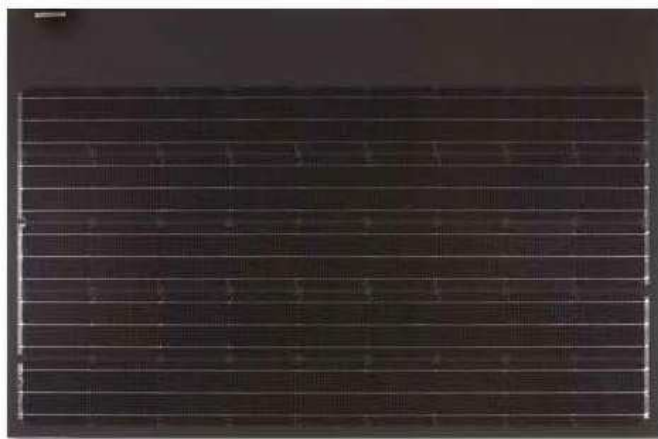
Il generatore fotovoltaico si comporrà di moduli del tipo “Piastrina FV STL-BA2 da 180 W” con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

| | |
|-------------------------------------|---|
| Numero moduli: | 104 |
| Potenza nominale | 180 Wp |
| Celle: | Silicio monocristallino alta efficienza |
| Tensione circuito aperto V_{OC} | 27,67 V |
| Corrente di corto circuito I_{SC} | 8,46 A |
| Tensione V_{MP} | 22,64 V |
| Corrente I_{MP} | 7,96 A |
| Grado di efficienza: | 14,10 % |
| Dimensioni: | 1510 x 1005 mm |

Foto del generatore:

STL-BA2



La **potenza complessiva** da raggiungere sarà di $104 \times 180 \text{ Wp} = 18720 \text{ Wp}$. Pertanto il campo fotovoltaico sarà così configurato:

| | |
|-------------------------------|--|
| Numero di stringhe | 8 |
| Numero di moduli per stringa | 13 |
| Superficie complessiva moduli | $1510 \text{ mm} \times 1005 \text{ mm} \times 104 = \mathbf{157,8 \text{ m}^2}$. |

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

I moduli saranno forniti di diodi di by-pass. Ogni stringa di moduli sarà munita di diodo di blocco per isolare ogni stringa dalle altre in caso di accidentali ombreggiamenti, guasti etc.

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici sarà 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.

STRUTTURE DI SOSTEGNO DEI MODULI

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale di 0° (tilt) e ha un orientamento azimutale a 0° rispetto al sud. I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio inox, resistenti all'azione corrosiva della salsedine, aderenti al piano di copertura e avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura saranno realizzati in cls semplicemente appoggiati sull'attuale copertura, e dovranno resistere a raffiche di vento fino

alla velocità di 120 km/h. La scelta della tipologia della struttura di sostegno è stata effettuata in funzione dell'ubicazione dei moduli che sarà in Copertura piana (Retrofit) a totale integrazione architettonica.

I dati relativi al posizionamento dei moduli in copertura piana sono: Moduli in verticale

GRUPPO DI CONVERSIONE

Il gruppo di conversione è composto dal convertitore statico (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 sarà composto da n° 1 inverter tipo "Aurora Power-One TRIO-20.0-TL".

QUADRI ELETTRICI

❑ Quadro lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per 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 ENEL.

CAVI ELETTRICI E DI CABLAGGIO

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

- ❑ Sezione delle anime in rame stagnato in ragione di 1,5mm x 1 A
- ❑ Cavo solare XPE/HFFR-XPE unipolare con conduttore flessibile in rame stagnato
- ❑ Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ tipo N07V-K se all'interno di cavidotti di edifici

Inoltre i cavi saranno a norma CEI 20-13, CEI20-22II e CEI 20-37 I, marchiatura I.M.Q., colorazione delle anime secondo norme UNEL, grado d'isolamento di 4 kV.

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 “+” colore rosso e del negativo con “-” colore nero

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

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

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio del sistema, 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.

Inoltre il sistema prevede l'invio di e-mail al verificarsi di eventi di rottura inaspettati (fermo impianti, valori di tensioni e correnti fuori range etc.)

IMPIANTO DI MESSA A TERRA (MAT)

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

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 solo nel caso di impianti monofase.

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

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 già esistente dell'edificio.

VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

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;

Per gli impianti di potenza superiore a 1 kWp ed inferiore a 50 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,75 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$.

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp ed inferiore a 1.000 kWp:

- ❑ condizione da verificare: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / I_{STC}$;
- ❑ condizione da verificare: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$.

ALCUNE CONSIDERAZIONI SUGLI IMPIANTI FOTOVOLTAICI

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di 0,3 - 0,5 kg di CO₂ (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

VARIE

Sarà applicata, in fase di lavori, la seguente cartellonistica :

- ❑ QUADRO ELETTRICO GENERALE
- ❑ PERICOLO
- ❑ NON ESEGUIRE LAVORI PRIMA D'APER TOLTO LA TENSIONE
- ❑ QUADRO ELETTRICO
- ❑ NON USARE ACQUA PER SPEGNERE INCENDI

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 della legge 46/90, articolo 1, lettera a;
- ❑ 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

I TECNICI

Ing. Nicola Bosco

Arch. Tommaso Agnoni