

1. PREMESSA

La presente relazione descrive il progetto per la realizzazione di parte di una copertura con impianto fotovoltaico, presso la palestra scolastica sita in Capaccio Scalo al Viale della Repubblica, annessa alla scuola elementare.

L'impianto fotovoltaico è posto al servizio della struttura in questione, e sarà collegato alla rete di distribuzione pubblica di energia elettrica in virtù di un contratto di fornitura con la società di distribuzione.

Considerata, da un lato, la necessità di conseguire un risparmio sui costi di realizzazione dell'opera e le attuali esigenze di bilancio dell'Ente, e constatata, dall'altro, la riduzione dei costi di molti componenti per la notevole espansione del settore fotovoltaico in questi ultimi anni, in questa sede è stato selezionato un modulo fotovoltaico la cui efficienza è ottimale.

L'impianto è destinato ad operare in regime di scambio sul posto ai sensi della Deliberazione 3 giugno 2008 - ARG/elt 74/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas.

2. DEFINIZIONI DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

E' un sistema di produzione di energia elettrica mediante conversione diretta della luce, cioè della radiazione solare, in elettricità (effetto fotovoltaico); esso è costituito dal generatore fotovoltaico, dal gruppo di conversione e gestione dell'energia prodotta e da altre parti quali quadri stringa, quadri di rete, sistema di acquisizione dati, strutture di supporto moduli, connettori, morsettiere e cavi;

Un sistema fotovoltaico, quindi è in grado di trasformare, direttamente ed istantaneamente, l'energia solare in energia elettrica senza l'uso di alcun combustibile, senza uso di parti in movimento e senza emissioni di alcun tipo di inquinante chimico ed acustico.

Esso sfrutta il cosiddetto effetto fotovoltaico, cioè la capacità che hanno alcuni materiali semiconduttori (nel caso specifico silicio cristallino), opportunamente trattati, di generare elettricità se esposti alla radiazione luminosa.

Il generatore fotovoltaico dell'impianto è l'insieme dei moduli fotovoltaici, collegati in serie/parallelo per ottenere la tensione d'ingresso al sistema di conversione. Ogni serie di pannelli collegati elettricamente in serie, viene chiamata stringa, a loro volta le stringhe, saranno collegate in parallelo fino ad ottenere la potenza desiderata.

La potenza nominale (o massima o di picco) del generatore fotovoltaico è la potenza determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime o di picco) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate nelle condizioni standard di riferimento;

il gruppo di conversione o inverter è l'apparecchiatura elettronica che converte la corrente continua (fornita da generatore fotovoltaico), in corrente alternata con frequenza, tensione e fase idonee per la connessione alla rete elettrica del distributore;

3. POTENZA DI PICCO DELL'IMPIANTO

La potenza di picco di un impianto fotovoltaico è data dal prodotto della potenza dei moduli per il numero dei moduli, in condizioni standard (radiazione 1 kW/mq e temperatura delle celle fotovoltaiche 25 °C).

4. INTRODUZIONE

Il presente progetto descrive un impianto di generazione di energia elettrica ottenuta per conversione diretta di energia solare per mezzo della tecnologia fotovoltaica.

Questa tipologia d'impianto permette di produrre energia elettrica sfruttando, quale particolare combustibile, l'energia irradiata dal sole.

Tale fonte energetica, per propria natura, si caratterizza per essere:

- rinnovabile;
- pulita;
- inesauribile;
- distribuita su tutta la superficie terrestre;
- con caratteristiche merceologiche costanti.

L'opera da costruire, consiste nella realizzazione di un impianto, costituito da moduli fotovoltaici integrati nella copertura di una porzione del tetto della struttura sede del plesso scolastico.

L'energia elettrica prodotta dall'impianto in questione, è destinata a soddisfare in gran parte il consumo di energia della struttura sede della scuola.

Il progetto proposto si caratterizza per due aspetti fondamentali:

- la funzione didattica e promozionale della tecnologia fotovoltaica;
- la funzione di immagine urbana.

La connessione alla rete di distribuzione realizza uno scambio di energia bidirezionale che consente:

- di immettere nella rete di distribuzione l'energia eventualmente prodotta in eccesso rispetto al

contestuale consumo proprio dell'utenza;

- di prelevare energia dalla rete pubblica nei periodi in cui la produzione dell'impianto è insufficiente a soddisfare il fabbisogno energetico del fabbricato.

5. INQUADRAMENTO GENERALE

L'area oggetto dell'intervento è ubicata quasi nel centro dell'agglomerato urbano del Comune di Capaccio (SA), alla località Capaccio Scalo.

Le coordinate geografiche di riferimento del sito sono:

- Longitudine: 15° 20' 0" E

- Latitudine: 40° 20' 0" N

L'altitudine di riferimento è 31 m s.l.m.

Il sito ricade in zona sismica di 3a categoria.

6. COPERTURA

La struttura principale e secondaria della copertura è costituita da travi in c.a..

Il progetto prevede che solo una porzione della copertura, quella esposta a sud, sarà impegnata dai moduli fotovoltaici.

7. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Orientamento e inclinazione

Le caratteristiche di orientamento (rispetto a Sud) ed inclinazione (rispetto ad un piano orizzontale) dei moduli, sono:

- angolo azimutale: 90° (orientamento sud-est)

- angolo di tilt: 15°.

Irraggiamento solare

I dati di radiazione solare costituiscono la base per la stima dell'energia producibile.

Si sono adottati i dati medi pubblicati nella norma UNI 10349 per la località di interesse che si riferiscono alla latitudine di 40° 4800. I dati forniscono la radiazione giornaliera media mensile al suolo sul piano orizzontale riferita alla componente diretta e diffusa. Tali dati sono riportati nella relazione di calcolo allegata, dell'impianto, e sono rappresentativi del fenomeno per l'area in esame.

Essi forniscono un'indicazione dell'energia che può essere intercettata da una superficie disposta orizzontalmente.

Collegamento alla rete pubblica di distribuzione dell'energia elettrica.

La società elettrica distributrice con la quale sarà attivato il contratto di fornitura è Enel Distribuzione S.p.A.

La fornitura è in bassa tensione.

Il collegamento è trifase alla tensione di 380/400 V.

La potenza contrattuale è di 19,69 kW.

Il contatore è ubicato all'esterno della sede della struttura.

Caratteristiche generali dell'intervento

Le principali componenti dell'impianto fotovoltaico in progetto sono:

- il generatore fotovoltaico;
- il gruppo di conversione corrente continua/corrente alternata (inverter);

Completano l'impianto:

- i cablaggi;
- i dispositivi di manovra e protezione (RCD, interruttori automatici, sezionatori, scaricatori di sovratensione);
- il gruppo di misura bidirezionale dell'energia, rispettivamente, prelevata dalla rete e immessa in rete;
- il sistema per il monitoraggio dell'impianto.

Generatore Fotovoltaico

La scelta della tipologia dei moduli e della struttura di sostegno da utilizzare è stata orientata a coniugare l'aspetto prestazionale dell'impianto con la necessità di conseguire un gradevole risultato estetico ed un valido inserimento dell'intervento nel contesto urbano esistente.

Un altro aspetto che si è cercato di valorizzare è stato quello di accentuare la visibilità dell'elemento tecnologico costituente la copertura ossia il modulo fotovoltaico.

Si è adottato un modulo fotovoltaico policristallino avente potenza nominale di picco di 240 W, dotato di cornice di colore nero (preferito a quello classico dell'alluminio) con 4 fori lungo il suo perimetro per il fissaggio alla struttura di supporto.

Si è prevista l'installazione di 42 moduli che realizzano una potenza nominale complessiva dell'impianto pari a 19,69 W.

La posa è su 3 file, due da 16 e una da 10 moduli ciascuna.

I moduli in opera occupano la superficie disponibile esposta a sud- est sulla copertura.

Si riassumono nel seguito i dati principali del dimensionamento.

Caratteristiche generali del generatore fotovoltaico:

- potenza totale nominale di picco:19,69 kWp
- n. totale moduli:42
- superficie occupata in opera: ca. 50 mq

Caratteristiche tecniche del modulo fotovoltaico:

- tipo: silicio policristallino
- n. celle:60
- potenza nominale di picco:240 Wp
- classe di isolamento: II

Caratteristiche del campo fotovoltaico:

- n. totale stringhe: 3
- n. totale di moduli per stringa: 16 e 10

I moduli hanno conseguito sia la certificazione secondo IEC 61215 e IEC 61730 sia la conformità CE.

Convertitori statici

I convertitori (inverter) realizzano la conversione dell'energia prodotta da continua ad alternata.

In base al dimensionamento è prevista l'utilizzazione di n. 3 inverter la cui potenza d'uscita massima per ciascuno è di 10,0 kW, mentre la potenza nominale per ciascuno lato AC è di 9,6 kW.

L'inverter è staffato a muro in apposita nicchia inserita in punto opportuno della sede del plesso adibito a palestra comunale polivalente.

La tipologia d'inverter prevista consente, con opportune dotazioni impiantistiche aggiuntive, il rilevamento continuo dei dati relativi al funzionamento, nonché la loro comunicazione ad una postazione remota per il controllo e la diagnosi dell'impianto.

Cablaggi

Lato corrente continua

Il cablaggio tra i moduli fotovoltaici e tra questi e l'inverter è realizzato con cavi unipolari isolati sotto guaina in gomma ad alta resistenza nei confronti degli agenti atmosferici e dei raggi UV, non propaganti l'incendio.

Le stringhe sono collegate all'inverter con cavi di sezione 4 mmq.

Le connessioni sono realizzate con connettori speciali per le applicazioni fotovoltaiche del tipo Multi-Contact.

Lato corrente alternata

Il cablaggio tra l'inverter e il quadro generale dell'edificio è realizzato con cavo disposto in tubazione interrata.

Dimensionamento, Prestazioni e Garanzie

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

Per gli impianti di potenza superiore a 50 kWp devono rispettare 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/m² misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a 1000 W/m² è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600$ W/m².

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

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

Non è 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, è dotato di diodi di by-pass.

È, inoltre, sempre rilevabile la potenza istantanea, lo storico dell'energia prodotta e le relative ore di funzionamento, mediante un Display.

Il Modulo Fotovoltaico

Il modulo fotovoltaico della serie HT 200 – 230 P, progettato da Helios Technology per l'utilizzo in impianti connessi a rete, è il risultato di 25 anni di esperienza nel settore maturati nella produzione di celle e moduli fotovoltaici.

Questo modulo, in grado di erogare fino a 230Wp di potenza in uno spazio limitato, consente all'installatore di realizzare impianti connessi a rete efficienti, affidabili e con costi di installazione notevolmente contenuti.

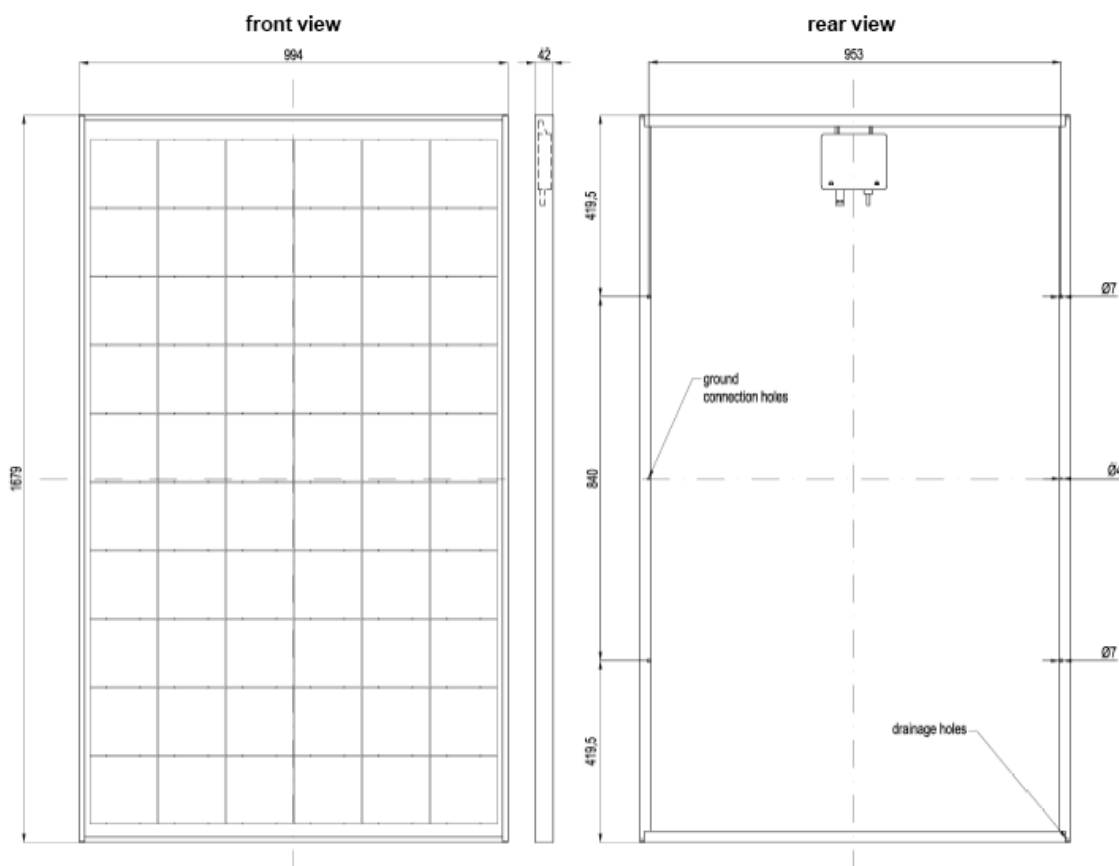
Il modulo della serie HT 200 – 230 P è composto da 60 celle ad alta efficienza in silicio multicristallino, delle dimensioni 156 x 156 mm, realizzate con le più moderne tecnologie di

produzione. La stringa di 60 celle fotovoltaiche, collegate in serie, é incapsulata tra due fogli di EVA (Etilene-Vinil Acetato), a loro volta laminati tra un vetro temperato anteriore, dello spessore di 4mm, ed un foglio posteriore in Tedlar / PE / Tedlar, un particolare film multistrato avente eccellenti proprietà isolanti e meccaniche. Il vetro temperato anteriore del modulo, caratterizzato da elevate robustezza e trasparenza, offre la necessaria protezione contro gli agenti atmosferici (impatto grandine) e, grazie ad una particolare texturizzazione, ottimizza la distribuzione della luce solare sulle celle fotovoltaiche

minimizzando le perdite ed evitando indesiderate riflessioni di luce.

Una cornice realizzata con un profilo in alluminio anodizzato fissa meccanicamente il laminato che, unitamente all'uso di un adeguato isolante, consente un'efficace protezione del modulo contro sollecitazioni meccaniche ed ambientali per più di trent'anni. La conformazione modulare della cornice, munita di opportuni fori asolati, consente al modulo il facile montaggio sulle strutture di supporto standard in svariate configurazioni.

Sul retro del modulo è presente una scatola di giunzione con grado di protezione IP54 Multi-Contact® Mod. PV-JB/S2, completa di tre diodi di bypass per un'adeguata protezione contro i fenomeni di "hot-spot" in caso di ombreggiamento parziale del modulo. Due connettori ad innesto rapido Multi-Contact® 4 consentono un veloce e sicuro collegamento in serie del modulo stesso.



Moduli HT 200/210/220/230

Sistema di conversione CC/CA

Il sistema di conversione cc/ca costituisce l'interfaccia tra campo fotovoltaico e la rete elettrica.

Gli inverter saranno posizionati all'interno della cabina trasformazione utente e garantiranno un funzionamento completamente automatico di tutto l'impianto.

All'accensione, infatti, Soleil controlla preliminarmente la tensione presente in rete, misurandone il valore efficace e la frequenza. Se tali parametri rientrano in una opportuna finestra di accettabilità, viene periodicamente testata la tensione fornita dal campo fotovoltaico e, se sufficientemente elevata, inizia così il processo di conversione.

Soleil inizia a prelevare energia dai pannelli fotovoltaici e quando la tensione nella sezione a corrente continua raggiunge il valore nominale di riferimento, per una durata di circa dieci secondi, entra in funzione l'inverter.

L'inverter poi, dopo essersi collegato alla rete attraverso un teleruttore, inizia ad erogare potenza verso di essa. A questo punto entra in funzione il sistema di controllo MPPT che, variando il punto di funzionamento del convertitore realizza la ricerca del punto ottimo di funzionamento massimizzando la potenza attiva immessa in rete. Grazie allo speciale sistema di controllo MPPT, il prelievo di potenza dei pannelli fotovoltaici avviene costantemente ottimizzando il punto di funzionamento in relazione non solo alle caratteristiche dei pannelli, alle condizioni di irraggiamento e alla loro temperatura ma anche alle caratteristiche del convertitore. La tecnica utilizzata, Maximum Power Point Tracker, massimizza infatti direttamente la potenza immessa in rete tenendo conto anche dei rendimenti degli organi di conversione.

Nella documentazione in allegato sono riportate le caratteristiche tecniche degli inverter utilizzati.

Sistema di acquisizione dati per telecontrollo

Il Sistema ECO ENERGY SOLAR permette il telecontrollo degli impianti fotovoltaici attraverso vari dispositivi di comunicazione (PSTN – GSM – Ethernet).

E' composto da apparati atti a consentire il controllo e la telegestione da remoto di impianti di generazione fotovoltaica, utilizzando il software di supervisione fornito dalla società ed integrando le funzionalità di controllo a distanza e di guasto con tecnologie di facile utilizzo (SMS – Email – WEB).

Il Sistema ECO ENERGY SOLAR funge da antifurto sia durante il giorno che durante le ore notturne, facendo una verifica costante della continuità elettrica di ciascuna stringa.

La rimozione anche di un singolo modulo viene immediatamente rilevata e può essere azionato un avvisatore acustico locale unitamente all'invio automatico di SMS.

Tutte le informazioni vengono salvate localmente su una scheda di memoria e periodicamente inviate via GSM al nostro server.

Per gli impianti di elevata potenza, la configurazione adottata consente di salvare tutti i dati dell'impianto in modo permanente e aggiungere al controllo ulteriori funzionalità, altri allarmi e parametri tecnologici (temperatura, insolazione, orari di funzionamento) archiviabili in un software che consente la raccolta dati, la manutenzione programmata e la teleassistenza.

Dati e statistiche sono comodamente disponibili in formato grafico su portale internet o direttamente accessibili in loco con l'aggiunta di un monitor touch screen.

I dati sono comodamente disponibili in formato grafico sul nostro portale internet.

Sono inoltre implementati vari allarmi funzionali, che vengono gestiti via SMS per dare avviso tempestivamente ad interventi di manutenzione.

8. QUADRI ELETTRICI

Quadri stringa

Ciascun gruppo di stringhe fa capo ad un quadro equipaggiato, per ogni ingresso da stringa, con sezionatore con fusibile e diodo di blocco; le stringhe vengono collegate in parallelo all'interno del quadro e l'uscita, equipaggiata con adeguato sezionatore DC alla colonna di parallelo dell'inverter. I quadri di campo hanno grado di protezione IP65, sono realizzati in resina autoestinguente con portella frontale montata su cerniere e munita di battuta in neoprene: ciascun quadro è provvisto di staffe di ancoraggio alla struttura e di ingressi e uscite cavi muniti di pressa cavo. Tutte le apparecchiature contenute saranno accessibili singolarmente per il controllo e l'eventuale asportazione senza necessità di rimuovere quelle adiacenti; le sbarre saranno di rame elettrolitico ricotto. Ogni quadro stringa conterrà uno scaricatore elettrico contro sovratensioni, diodi contro l'inversione di polarità e un interruttore magnetotermico.

Si realizzerà un collegamento elettrico di terra per il fissaggio di tutte le strutture metalliche quando richiesto.

Quadro di consegna dell'energia

Verrà inoltre installato 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.

Il quadro di misura e protezione sarà composto dai dispositivi di interruzione, protezione di max e min. tensione, max tensione omopolare in conformità alle prescrizioni normative vedi DK 5740 e s.m.i.

Tale quadro conterrà tre protezioni automatiche per le linee in AC a 400V in arrivo dai gruppi di conversione, da 630A. Esso conterrà inoltre un interruttore motorizzato da 1600A per la messa in parallelo dei tre sottocampi facenti capo a ogni inverter.

Si distinguono:

- interruttore automatico (dispositivo generale), con sgancio di apertura e protezioni di massima corrente per il collegamento alla rete nel punto di consegna;
- pannello di protezione dotato di contatore (dispositivo d'interfaccia);
- chilowattmetro per la contabilizzazione dell'energia immessa in rete.

9. CABINA MT-BT

Trasformatore elevatore

Verrà utilizzato un trasformatore elevatore per portare il livello di tensione da quello all'uscita del gruppo di conversione a quello proprio della rete MT (20 KV); il trasformatore, in olio, sarà costruito con nucleo con lamierino magnetico a cristalli orientati ad alta permeabilità, a perdite ridotte isolato in materiale inorganico. L'avvolgimento MT sarà realizzato in strati di filo/piattina di rame o alluminio opportunamente isolati, intervallati con carta in pura cellulosa, essiccato in forno; l'avvolgimento BT in nastro di alluminio o rame intervallato con carta autocementante in pura cellulosa; successivamente essiccato in forno. Le armature del Nucleo saranno realizzate in acciaio ed idonee a sostenere eventuali sforzi elettrodinamici dovuti a corto circuito.

La cassa realizzata con lamiere ondulate per consentire la dissipazione del calore idonea a sostenere un grado di vuoto di 400 mbar; il coperchio sarà in lamiera di acciaio con profilati di rinforzo, imbullonato al cassone e verniciato con stessa tonalità della cassa; sarà equipaggiato con terminali di messa a terra, golfari di sollevamento, targa dati, ganci traino, ruote orientabili, pozzetto termometrico, valvola scarico olio e commutatore a vuoto lato MT sul coperchio.

Le sue caratteristiche elettriche saranno:

Potenza nominale 1250 kVA

Frequenza 50 Hz

Rapporto tensioni a vuoto $0,400 \text{ kV} \pm 2 \times 2,5 \% / 20000 \text{ V}$

Gruppo Dyn11

Vcc a 75°C 4 %

Dimensioni indicative (mm) 1860x1290x2000

Sarà realizzato conformemente alle norme di riferimento: IEC60726, adatto per alimentazione convertitori, con schermo elettrostatico tra primario e secondario.

È previsto un quadro di media tensione da realizzarsi secondo i dettami del documento DK5740 di ENEL distribuzione. È necessaria quindi l'installazione di un dispositivo generale (DG) all'origine della rete del produttore che provveda ad escludere, in posizione di "aperto", il produttore dalla rete pubblica. Il documento prescrive inoltre la presenza di un dispositivo di interfaccia (DI) da installarsi nel punto di collegamento della eventuale porzione di rete del produttore abilitata al funzionamento in isola. Non essendo previsti, nel caso in esame, carichi del cliente produttore, il dispositivo di interfaccia viene a coincidere con il dispositivo generale e lo schema di collegamento riportato nell'elaborato grafico. Il dispositivo generale / di interfaccia (misto) sarà in questo caso costituito da un interruttore con sganciatore di apertura e sezionatore da installare sul lato ENEL e sarà equipaggiato con doppio circuito di apertura e bobina a mancanza di tensione su cui andranno ad agire le protezioni generali e di interfaccia; i TV necessari all'alimentazione delle protezioni di interfaccia andranno posti a monte dell'interruttore generale e inseriti tramite opportuni fusibili. La protezione generale (PG) sarà costituita da relè di massima corrente e di massima corrente omopolare (50, 51, 51N, 67N), a cui va ad aggiungersi un relè di minima tensione (27). La protezione di interfaccia, invece, sarà costituita da relè di minima e massima tensione, minima e massima frequenza e massima tensione omopolare. Tali protezioni andranno tarate secondo le specifiche dettate da ENEL distribuzione. Il quadro e le apparecchiature in esso contenute saranno progettate, costruite e collaudate in conformità alle norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano) e IEC (International Electrical Code) in vigore; in particolare CEI 17-6 (IEC 298); il prodotto sarà inoltre conforme alle regolamentazioni e normative previste dalla Legislazione Italiana per la prevenzione degli infortuni (D.P.R. 547 del 27.04.1955 e successivi emendamenti e integrazioni). Esso avrà le seguenti caratteristiche:

- Temperatura ambiente max. -5/+ 40 °C
- Umidità relativa max. 90 %
- Altitudine s.l.m. inf. 1000 m
- Tensione nominale 24 kV
- Tensione di esercizio 20 kV
- Tensione di tenuta a freq. Industriale 50 kV
- Tensione di tenuta ad impulso 125 kV
- Frequenza nominale 50 Hz
- Corrente nominale sbarre omnibus 630.A
- Corrente nominale apparecchiature 630 A
- Corrente di breve durata x 1" 16 kA

- Corrente limite dinamica 31 kA
- Potere di interruzione degli interruttori 16 kA
- Tensione ausiliaria comandi e segnal. 220 Vc.a.
- Grado di protezione a porta chiusa IP30
- Grado di protezione a porta aperta IP20

Sarà composto da:

Scomparto Arrivo Linea

- Interruttore di manovra
- sezionatore isolato in SF6
- Sezionatore di terra
- Comandi e interblocchi meccanici
- Blocco porta
- Sistema di sbarre principali
- Sinottico con schema elettrico
- Oblò di ispezione
- Supporto terminali
- Terna di derivatori capacitivi con lampade presenza tensione
- Blocco a chiave su sezionatore di terra in aperto e chiuso

Scomparto misure

- Interruttore di manovra sezionatore isolato in SF6 esecuzione combinata a fusibile limitatore
- Portafusibili
- Segnalatore meccanico di intervento fusibili
- Sezionatore di messa a terra a monte dei fusibili
- Sezionatore di messa a terra a valle dei fusibili
- Comandi e interblocchi meccanici
- Blocco porta
- Sistema di sbarre principali
- Sinottico con schema elettrico
- Oblò di ispezione
- Supporto TV
- Terna di derivatori capacitivi con lampade presenza tensione
- N° 3 Fusibili 24kV 6A

- N° 2 TV fase/fase sec. 100V
- N° 3 TV fase/terra doppio sec. 100:Ö3/100:3 (Resistenza antiferrisonanza)
- Cassonetto BT
- Relè funzioni 27/59/81 tipo SFV5740 Thytronic (omologato)

Scomparto Dispositivo Generale/Interfaccia

- Interruttore di manovra sezionatore isolato in SF6
- Sezionatore di messa a terra a monte dell'interruttore
- Sezionatore di messa a terra a valle dell'interruttore lato risalita
- Comandi e interblocchi meccanici
- Blocco porta
- Carrello supporto interruttore
- Sistema di sbarre principali
- Sistema di sbarre di risalita
- Sinottico con schema elettrico
- Oblò di ispezione
- Terna di derivatori capacitivi con lampada presenza tensione
- Blocco a chiave su sezionatore di terra in aperto e chiuso
- Cassonetto BT
- N° 2 Pulsanti A/C per interruttore
- N° 2 Lampade R/V per interruttore
- N° 1 Manipolatore comando L/D per interruttore
- N° 1 Interruttore in VUOTO 24kV.630A.16kA
- Motore caricamolle con sganciatore di chiusura
- sganciatore di apertura 220VAC
- Bobina di minima tensione
- contatti ausiliari 4NA+4NC
- connettore per circuiti ausiliari
- blocco a chiave
- n° 2 CT 300/1A accorpati (conformi DK-5600)
- n° 1 TO esterno 100/1A (conforme DK-5600)
- Relè elettronico di massima corrente a microprocessore, con funzioni 50/51/51N/67N/27 rispondenti alla specifica ENEL DK5600.

Cassonetto portastrumenti per montaggio contatori e protezione di interfaccia.

Relé di protezione di interfaccia per autoproduttori conforme alle specifiche ENEL.

Cavi elettrici e di cablaggio

Il cablaggio elettrico sarà realizzato con conduttori in rame isolati con le seguenti prescrizioni:

- Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati
- tipo N07V-K se all'interno di canalizzazioni e tubazioni 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 ≥ 3 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 "+" e del negativo con "-"

Le sezioni dei conduttori previste, garantiranno una caduta di potenziale contenuta entro il 2%.

Per la protezione meccanica dei cavi lungo le discese saranno installati dei tubi garantendo, per il collegamento con i quadri, un livello di protezione analogo a quello dei quadri stessi.

In sede di realizzazione, e in accordo con il lay-out definitivo delle apparecchiature, verranno definiti i tipi e sezione dei cavi e le caratteristiche della componentistica (connettori, cassette, canaline, morsetteria, ecc.) .

Impianto di Messa a Terra (MAT)

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

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

La struttura di sostegno sarà collegata all'impianto di terra già esistente nell'edificio.

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

Durante i lavori sarà applicata 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;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi della legge 37/08;
- 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.

Tutti i lavori saranno eseguiti seguendo scrupolosamente quanto indicato nel presente progetto e nel rispetto della REGOLA DELL'ARTE.

I limiti di fornitura dell'azienda Nuova Thermosolar s.r.l. relativi all'impianto di interesse, includeranno il generatore fotovoltaico, l'inverter, i dispositivi di sezionamento e tutte le connessioni fino al contatore dell'energia prodotta.

Valorizzazione economica dell'energia prodotta

L'impianto è destinato ad operare in regime di scambio sul posto ai sensi della Deliberazione 3 giugno 2008 - ARG/elt 74/08 dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas. L'Ente Committente dovrà stipulare apposita convenzione con il Gestore dei Servizi Elettrici - GSE S.p.A. per aderire al servizio. A tal fine l'impianto fotovoltaico deve soddisfare modalità e condizioni contrattuali per l'erogazione del servizio di connessione alla rete elettrica per impianti di produzione di cui alla

“Guida per le connessioni alla rete elettrica di Enel Distribuzione” (ed. I - dicembre 2008).

Nell’ambito di tale regime, la produzione di energia elettrica prodotta dall’impianto comporta un risparmio a valere sui costi da sostenere per la corrispondente quota di energia elettrica consumata dall’utenza: il risparmio è immediato quando produzione e consumo sono contestuali, mentre è differito, e riconosciuto dal GSE S.p.A., quando la produzione è in eccesso rispetto al consumo. L’impianto fotovoltaico in questione non si avvale della tariffa incentivante di cui D.M. 19 febbraio 2007 “Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell’articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 38”.

Sistema per il monitoraggio

Come già introdotto, la tipologia d’inverter prevista:

- consente il rilevamento in continuo dei dati relativi al funzionamento;
- permette controllo e diagnosi da postazione remota.

Lo schema d’impianto prevede che l’inverter sia collegato ad una centralina elettronica di input/output dei dati di funzionamento del generatore fotovoltaico tramite opportune interfacce di comunicazione.

La centralina è da collegare alla rete LAN interna all’edificio tramite cavo dati.

Integra il sistema uno specifico software gestionale da installare nella postazione remota.

La stessa centralina è da collegare ad un display a LED per esterni per la visualizzazione in tempo reale dei principali parametri di funzionamento dell’impianto (quali, per esempio, potenza attuale ed energia totale prodotta). Il sinottico sarà posizionato in un punto opportuno. Per cui i dati saranno facilmente visibili.

L’adozione del sinottico risponde alla finalità didattico/promozionale dell’impianto in progetto e può, quindi, contribuire alla conoscenza dei vantaggi ambientali che gli impianti a fonti di energia rinnovabile, ed in particolare quelli fotovoltaici, comportano.

Centralina e display sono alimentati in derivazione dalla linea elettrica.

Cavo elettrico e cavo dati raggiungono il sinottico seguendo un tracciato in tubazione interrata che, nel caso della linea energia e per la linea dati è da realizzare.

Riassumendo, la realizzazione del sistema per il monitoraggio dell’impianto fotovoltaico comprende:

I datalogger dotato delle seguenti interfacce di comunicazione:

- RS-485 per il collegamento dell’inverter;
- RS-485 per il collegamento del display

- Ethernet per il collegamento della rete LAN;
- il display per esterni per la visualizzazione di min. 2 parametri a scelta su LED con cifre dell'altezza di ca. 57 mm, dotato di interfaccia RS-485;
- l'interfaccia RS-485 per l'uscita dei dati dall'inverter.

Altre dotazioni impiantistiche del sistema sono:

- linea elettrica 1,5 mm² FG7OR per l'alimentazione del display e del datalogger;
- interruttore magnetotermico 2P 10 A 6 kA curva C;
- fusibile 16A tipo gG e relativo portafusibile sezionatore (categoria di utilizzo AC-22B) per la protezione del display;
- SPD per linee di segnale tipo Dehn BLITZDUCTOR BXT ML4 BEHF5 o equivalente da installare a fine linea dati (lato ingresso rete LAN dell'edificio).

Il cavo dati è del tipo in rame comprendente 4 coppie di fili sotto guaina di PVC, versione FTP, categoria 5e (direttiva EIA/TIA), del diametro di 24 AWG.

Il datalogger è montato all'interno di un quadro.

In caso di interruzione della fornitura di energia, la centralina dispone di una batteria tampone.

Valutazione dei Rischi per la Sicurezza

Nel rimandare al Piano di Sicurezza che sarà redatto nella successiva fase di progettazione, per un esame approfondito delle prescrizioni da adottare per l'esecuzione dei lavori in parola, si ritiene di segnalare sinteticamente che le prescrizioni minime da seguire in fase di cantiere riguardano la messa in sicurezza dell'area oggetto d'intervento.

Data la natura del lavoro da eseguire è previsto l'impiego di mezzi meccanici di modesta dimensione (per lo scavo, la formazione delle condotte interrato, la posa dei pannelli fotovoltaici).

Nell'esecuzione dei lavori dovranno comunque essere adottate tutte le prescrizioni previste dal D.Leg.vo 9 aprile 2008, n. 81 e dalla vigente normativa di settore.

Piano di Manutenzione

Il piano di manutenzione consiste in verifiche periodiche da effettuarsi con una cadenza di 6 mesi, salvo condizioni particolari.

In dette verifiche, si dovrà procedere con i seguenti esami:

- Verifica dello stato di usura della costruzione e del buon fissaggio dei moduli fotovoltaici alla stessa.
- Ispezione visiva dei moduli fotovoltaici per accertarsi di eventuali delaminazioni, danneggiamenti o accumulo sui vetri di copertura.

- Controllo delle cassette di terminazione dei moduli FV al fine di accertare: deformazioni, presenza di umidità interna, stato dei contatti elettrici e dei diodi di by-pass, corretto serraggio dei morsetti.
- Controllo delle parti elettriche, della segnalazione di eventuali guasti sugli inverter, dello stato degli interruttori e delle protezioni.

Per le operazioni di controllo e manutenzione sugli inverter, si deve far riferimento al relativo manuale di uso e manutenzione.

Controllo dello stato delle cassette di derivazione. Una volta all'anno le cassette andranno aperte per verificare che i cavi e le giunzioni siano in ordine e che non vi siano ristagni di acqua.

Controllo di cavi e cavidotti interni ed esterni.

- **Normativa e leggi di riferimento**

L'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione sarà realizzato in conformità alle vigenti Leggi/Normative tra le quali si segnalano le seguenti principali:

- DPR 547/55. Norme per la prevenzione sugli infortuni sul lavoro;
- Legge 186/68. Disposizione concernente la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici
- Legge 46/90. Norme per la sicurezza degli impianti
- DPR 447/91. Regolamento di attuazione della Legge 5 Marzo 1990, n.46, in materia di sicurezza degli impianti
- D.Lgs. 626/94. Attuazione delle direttive CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
- D.Lgs. 493/96. Attuazione della direttiva 92/58/CEE concernente le prescrizioni minime per la segnaletica di sicurezza e/o di salute sul luogo di lavoro
- DM 16 gennaio 1996. Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi
- Circolare 4 luglio 1996. Istruzioni per l'applicazione delle " Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi,
- CEI 0-2. Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici.
- CEI 0-3 Guida per la compilazione della documentazione per la Legge 46/90
- CEI 20-19 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 20-20 Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1550 V in corrente continua.

- CEI 81-1 Protezione delle strutture contro i fulmini
- CEI EN 60099-1-2 Scaricatori
- CEI EN 60439-1-2-3 Apparecchiature assiegate di protezione e manovra per bassa pressione
- CEI EN 60445 Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfa numerico
- CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI EN 61215 Moduli fotovoltaici in Si cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo.
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua
- CEI EN 60904-1 Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente
- CEI EN 60904-2 Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento
- CEI EN 60904-3 Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento
- CEI EN 61727 Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete
- CEI EN 61215 Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo
- CEI EN 61000-3-2 Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso 16 A per fase);
- CEI EN 60555-1 Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili -Parte 1: Definizioni
- CEI EN 60439-1-2-3 Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione
- CEI EN 60445 Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico
- CEI EN 60529 Gradi di protezione degli involucri (codice IP)
- CEI EN 60099-1-2 Scaricatori
- CEI 20-19 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V

- CEI 20-20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V
- CEI 81-1 Protezione delle strutture contro i fulmini
- CEI 81-3 Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato
- CEI 81-4 Valutazione del rischio dovuto al fulmine
- UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici
- CEI EN 61724 Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.

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 e CEI 11-20;V1 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)".

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.

Allegato 1 - SCHEMA ELETTRICO UNIFILARE DI IMPIANTO FV

Allegato 2 - SCHEMA ELETTRICO QUADRI DI INTERFACCIA E CONSEGNA

Allegato 3 - TIPOLOGIA DI CONNESSIONE DEI MODULI FV

