



COMUNE DI
BUBBIANO
(PROVINCIA DI MILANO)



PROGETTO "ENERGIA IN COMUNE"

REALIZZAZIONE IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI

PROGETTO PRELIMINARE

DOC. 02	Giugno 2010	Scala		
		Note:		

CAPITOLATO SPECIALE PRESTAZIONALE

PROGETTAZIONE:

UFFICIO TECNICO COMUNALE

IL RESPONSABILE DELL'AREA TECNICA:
GEOM. ALESSANDRO TORRINI

UFFICIO TECNICO COMUNALE

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:
GEOM. GIOVANNI TORESANI

IL SEGRETARIO COMUNALE
DOTT. MASSIMO EQUIZI

IL SINDACO
STEFANO CANTONI

COMUNE DI BUBBIANO

PROGETTO "ENERGIA IN COMUNE"

REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI

PROGETTO PRELIMINARE

CAPITOLATO SPECIALE PRESTAZIONALE

1. Premessa	2
2. Descrizione generale.....	2
3. Caratteristiche generali dell'impianto (riferita ad ogni singolo impianto fotovoltaico)	3
4. Materiali e Componenti dell'impianto.....	4
5. Quadri elettrici bassa tensione.....	6
6. Conduttori.....	9
7. Tubi e canali protettivi	9
8. Scatole di derivazione	10
9. Interruttori.....	10
10. Carpenteria metallica.....	11
11. Impianti di protezione.....	11
11.1. Protezione contro il cortocircuito	11
11.2. Protezione contro i contatti diretti	12
11.3. Protezione contro i contatti indiretti.....	12
11.4. Protezione dalle sovratensioni.....	12
11.5. Impianto di messa a terra	12
12. Allacciamento alla rete elettrica	13
13. Verifiche, prove e collaudo dell'impianto	13

1. Premessa

Nel presente capitolato vengono dettagliate le caratteristiche tecniche e funzionali dell'impianto oggetto della fornitura. **Tali caratteristiche sono da intendersi come requisiti minimi.** L'Impresa dovrà adeguatamente dettagliare i singoli parametri già in sede di offerta. Tali esplicitazioni verranno considerate durante il processo di valutazione della proposta tecnica.

L'impianto e i relativi componenti dovranno rispettare le prescrizioni contenute nelle norme tecniche vigenti di riferimento per la materia in argomento, comprese eventuali varianti, aggiornamenti ed estensioni emanate successivamente dagli organismi di normazione.

2. Descrizione generale

2.1. Scopo

Lo scopo del presente paragrafo è la definizione tecnica dell'impianto di generazione di energia elettrica, da realizzarsi con l'utilizzo della sorgente solare attraverso conversione fotovoltaica. L'impianto dovrà essere installato sulle coperture di alcuni edifici comunali.

2.2. Costituzione dell'impianto

L'impianto sarà composto essenzialmente di:

- Moduli fotovoltaici (generatore fotovoltaico);
- Strutture di sostegno dei moduli;
- Inverter (gruppo di conversione);
- Quadri elettrici;
- Connessioni e derivazioni;
- Cavi elettrici e di cablaggio;
- Predisposizioni per l'allacciamento alla rete elettrica di distribuzione;
- Dispositivi e sistemi di protezione contro il corto circuito, contro i contatti diretti e quelli indiretti, contro gli effetti delle scariche atmosferiche;
- Sistemi di controllo e monitoraggio dell'impianto.

2.3. Ubicazione dell'impianto e prescrizioni sull'installazione dei moduli

L'impianto fotovoltaico dovrà essere installato sulle coperture di alcuni fabbricati comunali ed in particolare:

in via prioritaria (a base d'asta): Palazzo Comunale, Farmacia Comunale, Nuovo Edificio Scolastico;

in via secondaria (opzionale): Micro nido, Edificio Scolastico Esistente.

Le caratteristiche dei singoli fabbricati sono meglio illustrate negli elaborati grafici di progetto.

L'installazione dovrà essere di tipo "parzialmente integrato" secondo le definizioni di cui al DM 19/02/2007.

3. Caratteristiche generali dell'impianto (riferita ad ogni singolo impianto fotovoltaico)

Il generatore fotovoltaico dovrà essere ottenuto collegando in parallelo un numero opportuno di stringhe. Ciascuna stringa, sezionabile e, quando necessario, provvista di diodo di blocco, dovrà essere costituita dalla serie di singoli moduli fotovoltaici. Ciascun modulo dovrà essere provvisto di diodi di by-pass. Il parallelo delle stringhe deve essere provvisto di protezioni contro le sovratensioni e di idoneo sezionatore per il collegamento al gruppo di conversione.

Dovranno essere inoltre compresi uno o più quadri elettrici denominati Quadri di campo, QC, all'interno del quale ciascuna stringa sarà collegata ad un sezionatore adatto alla tensione continua a circuito aperto. Le stringhe, collegate in parallelo con un sezionatore generale per il collegamento all'inverter, dovranno avere i terminali positivi connessi ad opportuni diodi di blocco. I terminali di ogni stringa nel quadro di campo dovranno essere connessi a terra tramite scaricatori di sovratensione. Gli ingressi e le uscite dovranno essere provvisti di relativi passacavo, il quadro dovrà essere con grado di protezione minima IP65, conforme alla norma EN 60439-1 e IEC 439-1 e comunque adeguato alle caratteristiche ambientali del suo sito d'installazione.

Il gruppo di conversione (inverter) deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza secondo le vigenti normative. I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione dovranno essere compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita dovranno essere compatibili con quelli della rete alla quale verrà connesso l'impianto, così come previsto dalle prescrizioni ed indicazioni dalla società locale distributrice dell'energia elettrica.

Il dispositivo di interfaccia, sul quale agiscono le protezioni, così come previste dalla citata norma CEI 11-20, sarà di norma integrato nel gruppo di conversione. Dette protezioni, comunque, devono essere corredate di certificazione emessa da un organismo accreditato. Il collegamento del gruppo di conversione alla rete elettrica deve essere effettuato a valle del dispositivo generale della rete di utente.

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

L'impianto dovrà possedere elevata modularità, derivante sia dalle caratteristiche intrinseche dei dispositivi adottati sia dalla adeguata progettazione dell'installazione, tale da permettere, eventualmente, eventuali ampliamenti futuri dell'impianto stesso.

4. Materiali e Componenti dell'impianto

4.1. Moduli fotovoltaici

La **tecnologia del modulo fotovoltaico** dovrà appartenere alla categoria **al silicio policristallino.**

Ogni modulo dovrà essere equipaggiato con diodi di by-pass, appropriatamente dimensionati in modo da garantire la protezione contro danni diretti e indiretti causati da "hot spot". I diodi dovranno essere completamente accessibili per il controllo e la sostituzione. I moduli dovranno avere celle collegate in serie tra loro compresi idonei diodi con funzione di by-pass. I moduli dovranno essere realizzati con scatola di giunzione con grado di protezione adeguato alle condizioni operative e dovranno essere del tipo con certificata resistenza meccanica agli agenti atmosferici (compresi vento, grandine e neve).

4.2. Inverter

E' preferibile che l'inverter sia del tipo a commutazione forzata con tecnica PWM ma saranno accettati anche altri tipi di tecnologia purchè nel rispetto delle norme vigenti e delle prescrizioni del presente capitolato.

Caratteristiche di ingresso

- **L'inverter dovrà essere del tipo privo di clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente**, in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 11-20 e dotato di funzione MPPT (inseguimento della massima potenza);
- **L'inverter dovrà essere dotato di uno o più dispositivi di controllo MPPT** per l'inseguimento in ogni momento del punto di massima potenza;
- **L'inverter dovrà essere in grado di operare in modo completamente automatico.**
- L'inverter dovrà rispondere alle norme generali su EMC e limitazione delle emissioni RF: conformità norme CEI 110-1, CEI 110-6, CEI 10-8.
- L'inverter dovrà avere le 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. Dovrà esserci il reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.
- Conformità marchio CE.
- L'inverter dovrà avere grado di protezione idoneo alla zona di installazione.

- E' richiesta la 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.
- La potenza di ingresso e il campo di tensione di ingresso dell'inverter dovranno essere adeguati alle caratteristiche del generatore fotovoltaico.

Tensione

I limiti di tensione dell'inverter dovranno essere idonei ad accettare la tensione generata dalla serie di moduli fotovoltaici collegati in stringa, tenendo in considerazione il range termico e di insolazione annuale della zona in cui operano i pannelli e quindi le relative variazioni di tensione.

Corrente

La corrente deve essere compatibile con la massima potenza in ingresso.

MPPT

L'inverter dovrà essere equipaggiato con uno o più inseguitori di punto di massima potenza (MPPT) al fine di ottimizzare lo sfruttamento dell'impianto fotovoltaico.

Ondulazione

La massima ondulazione accettata per l'inverter al punto di massima potenza è $\Delta U_{PP}/U_0 \leq 10\%$.

Connessione e parallelo delle stringhe

La sezione di entrata dovrà essere protetta contro l'inversione di polarità delle stringhe terminali. Ogni stringa sarà connessa all'inverter con due connettori rapidi esterni (maschio e femmina) con protezione garantita IP65. La tensione di isolamento dei connettori dovrà essere idonea a stabilire la massima tensione di entrata dell'inverter con isolamento in Classe II. Questi connettori saranno posti verticalmente (con tolleranza di $\pm 30^\circ$) e orientati verso il basso. Ogni connettore avrà una capacità di corrente nominale almeno del 75% della massima corrente totale di entrata dell'inverter.

Protezioni di sovratensione

Ogni polo (+ e -) dei circuiti di entrata dell'inverter sarà protetto con un dispositivo contro le sovratensioni.

Caratteristiche in uscita

L'inverter deve essere costruito e deve lavorare in accordo con le Direttive europee 73/23, 93/67 (bassa tensione) e 89/336 (EMC), pertanto dovrà essere munito del marchio CE.

Protezioni

L'inverter deve essere protetto contro le sovracorrenti e i corti circuiti. Queste protezioni devono avere idonee caratteristiche al fine di assicurare che l'apparecchio non sia danneggiato in caso di avaria. Inoltre, l'inverter dovrà avere grado di

protezione almeno IP 65 ed essere dotato di una protezione capace di disconnettersi dalla rete se i limiti di tensione o frequenza vengono superati, secondo le prescrizioni dettate dalle norme tecniche vigenti e dal distributore elettrico.

Derivata di frequenza (IEC 11-20)

Il convertitore dovrà ripartire automaticamente entro pochi secondi dal ristabilirsi dei normali valori di rete di frequenza e tensione. Il convertitore dovrà essere munito di un sistema di auto test che lo escluda in caso di guasto interno permanente e che prevenga ogni riavvio automatico. Le protezioni termiche disposte sui componenti di potenza dovranno limitare l'uscita di potenza in caso di surriscaldamento della macchina. La macchina dovrà rimanere fuori servizio fino a che la temperatura dei componenti controllati rientrerà nei valori normali. In seguito, il convertitore dovrà automaticamente riprendere la sua normale attività.

Connessioni

Il conduttore di uscita dovrà essere connesso all'inverter con un connettore multipolare con grado di protezione almeno IP 65. La tensione nominale di isolamento dei connettori dovrà essere idonea a sopportare la tensione di rete con protezione in Classe II. Questo connettore dovrà essere posto verticalmente (con tolleranza di $\pm 30^\circ$) e orientato verso il basso e avere una capacità di corrente nominale maggiore della massima corrente di uscita dell'inverter.

Funzionamento

Dovrà essere previsto un funzionamento totalmente automatico.

Quando la potenza del campo fotovoltaico supera la potenza minima che può essere fornita (1-2% P_n) la sequenza ON del convertitore deve avviarsi automaticamente per la fornitura di corrente alla rete. Viceversa, laddove la fornitura di energia andasse sotto i valori minimi consentiti, il convertitore dovrà disconnettersi dalla rete e rimanere in attesa. I valori della soglia ON/OFF dovranno avere un'isteresi e un tempo di sfasamento per evitare oscillazioni.

Rendimento

Gli inverter dovranno avere rendimento europeo maggiore o uguale al 90%.

5. Quadri elettrici bassa tensione

I quadri, nel loro complesso, e nei singoli componenti, saranno progettati, costruiti e collaudati in accordo con le norme e raccomandazioni CEI EN 60.439-1 e IEC 529 (CEI 70.1). I singoli componenti saranno progettati e costruiti secondo le tabelle UNEL e le norme di riferimento specifiche. Tutti i componenti in materiale plastico dovranno rispondere ai requisiti di autoestinguibilità a 960 °C (30/30s) in conformità alle norme IEC 695.2.1 (CEI 50.11).

Dati generali

I quadri dovranno avere sulla portella esterna una targa metallica riportante nome e numero del quadro, la Pmax, la Vmax, Imax, numero dello schema elettrico, anno di costruzione e fornitore. Il grado di protezione dovrà essere adeguato all'ambiente di installazione del quadro stesso. Dovrà essere posta particolare attenzione alla verifica delle dimensioni dei quadri elettrici, anche se indicate negli elaborati grafici allegati in quanto da ritenersi indicative, per garantire una temperatura interna al quadro elettrico non inferiore a - 10°C e non superiore a 50°C.

Dispositivi di Manovra e Protezione

Le distanze, i dispositivi e le eventuali separazioni metalliche eventualmente richieste nelle tavole progettuali allegate, dovranno impedire che interruzioni di elevate correnti di corto circuito o avarie notevoli possano interessare l'equipaggiamento elettrico montato in vani adiacenti. Devono essere in ogni caso garantite le distanze che realizzano i perimetri di sicurezza imposti dal costruttore delle apparecchiature. Tutti i componenti elettrici ed elettronici devono essere contraddistinti da targhette di identificazione, indelebili applicate sul componente e sulla base di supporto, conformi a quanto indicato dagli schemi. Dovrà essere previsto uno spazio pari al 30% dell'ingombro totale che consenta eventuali ampliamenti senza intervenire sulla struttura di base ed i relativi circuiti di potenza.

All'interno dei quadri dovrà essere possibile una agevole ispezione ed una facile manutenzione.

Carpenteria elettrica

I quadri dovranno essere chiusi su ogni lato posteriormente. Le porte frontali saranno incernierate e corredate di chiusura a chiave. Tutte le apparecchiature saranno fissate su guide o su pannelli fissati su specifiche traverse di sostegno. Gli strumenti e le lampade di segnalazione, salvo diversa indicazione nelle tavole di progetto saranno montate sui pannelli frontali. Sul pannello frontale ogni apparecchiatura sarà contrassegnata da targhette indicatrici indelebili che ne identificano il servizio.

Collegamenti di potenza

I conduttori dovranno essere dimensionati per sopportare le sollecitazioni termiche e dinamiche corrispondenti ai valori della corrente nominale e per i valori delle correnti di corto circuito richiesti, secondo le norme tecniche vigenti. Qualora sia necessario ancorare direttamente i conduttori alla struttura metallica del quadro, questi ultimi dovranno essere in doppio isolamento. I conduttori dovranno essere dimensionati per la corrente nominale di ogni interruttore a prescindere dalla sua taratura e alimentazione e alimenteranno singolarmente ogni interruttore.

Gli interruttori saranno normalmente alimentati dalla parte superiore, salvo diversa esigenza di installazione; in tal caso potrà essere prevista diversa soluzione, purchè sia inequivocabilmente segnalato sulla calotta coprimorsetti dell'interruttore e sul pannello frontale di chiusura del cubicolo dello stesso, tramite targhette avvitate sopra a questi ultimi. A tale riguardo normalmente i cavi di alimentazione si atterranno direttamente ai morsetti dell'interruttore generale, provvisto di apposite calotte coprimorsetti.

Collegamenti ausiliari

Dovranno essere in conduttore flessibile di adeguata sezione ed isolamento secondo le norme tecniche vigenti.

Ogni conduttore dovrà essere completo di anellino numerato corrispondente al numero sulla morsettiera e sullo schema funzionale. Dovranno essere identificati i conduttori per i diversi servizi (ausiliari in corrente alternata, corrente continua, circuiti di allarme, circuiti di comando e circuiti di segnalazione) impiegando conduttori con guaine colorate differenziate oppure ponendo alle estremità anellini colorati. Potranno essere consentiti due conduttori sotto lo stesso morsetto solamente sul lato interno del quadro.

I morsetti dovranno essere del tipo per cui la pressione di serraggio sia ottenuta tramite una lamella e non direttamente dalla vite. I conduttori saranno riuniti a fasci entro canaline o sistemi analoghi con coperchio a scatto. Tali sistemi dovranno consentire un inserimento di conduttori aggiuntivi in volume pari al 30% di quelli installati. Non è ammesso il fissaggio con adesivi.

Conduttore di protezione

Dovrà essere adeguatamente dimensionato e fissato all'interno del quadro per sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche dovute alle correnti di guasto. Dovrà inoltre essere facilmente accessibile per permettere ulteriori collegamenti e per verificare i serraggi. La sezione minima del conduttore di protezione sarà conforme a quanto prescritto dalla normativa vigente applicabile.

Collegamento alle linee esterne

Sulle cassette da parete con linee passanti dalla parte superiore o inferiore dovranno essere previste specifiche piastre passacavi in materiale isolante. In ogni caso le linee dovranno attestarsi alla morsettiera in modo adeguato per rendere agevole qualsiasi intervento di manutenzione. Le morsettiere non dovranno sostenere il peso dei cavi ma gli stessi dovranno essere ancorati ove necessario a degli specifici profilati di fissaggio.

Schemi

Ogni quadro, anche il più semplice, dovrà essere corredato di apposita tasca portascemi dove saranno contenuti i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.

Collaudi

Le prove di collaudo saranno sempre eseguite secondo le modalità della norma CEI 17.13.1. Inoltre il fornitore dovrà fornire i certificati delle prove di tipo previste dalla stessa norma CEI 17.13.1 effettuate dal costruttore su prototipi del quadro (apparecchiature di serie AS).

Qualora la fornitura riguardi apparecchiatura non di serie (ANS), derivata da prototipi certificati dal costruttore, dovrà fornire i relativi certificati previsti dalla norma.

6. Conduttori

Tutti i conduttori dovranno essere posati in modo da risultare facilmente sostituibili e nelle modalità di posa dovranno essere rispettati i raggi minimi di curvatura dettati dalle case costruttrici.

I conduttori dovranno essere scelti e dimensionati tenendo conto dei seguenti fattori:

- massima caduta di tensione;
- presenza di altri circuiti nella stessa canalizzazione;
- tipo di conduttore;
- tipo di posa;
- temperatura e condizioni ambientali di esercizio.

Dovranno essere tutti in rame, provenire da primarie case costruttrici, rispondere alle norme CEI 20-22, 20-37, 20-38 ed essere provvisti di marchio IMQ.

Tutti i conduttori dovranno essere corredati di fascette numerate progressive all'uscita dei quadri, in tutte le scatole di derivazione e sfilaggio e contenimento delle apparecchiature.

Tutti i terminali dei conduttori devono essere dotati di capicorda a compressione e fascette numerate. La formazione dei cavi di potenza può essere multipolare o unipolare a seconda delle sezioni e dei passaggi. La colorazione dei singoli conduttori dovrà essere giallo-verde per il conduttore di protezione, blu chiaro per il neutro, marrone, grigio, nero per le singole fasi. Potranno essere previste le seguenti tipologie di posa di cavi e conduttori isolati:

- in tubazioni in pvc fissate alle murature;
- in tubazioni in acciaio zincato fissate alle murature;

I cavi costituenti la distribuzione principale e secondaria devono essere privi di giunzioni.

Tutti i conduttori che dovessero risultare, anche solo in parte, esposti ai raggi del sole dovranno essere del tipo "solare".

Tutte le fascette che dovessero risultare, anche solo in parte, esposti ai raggi del sole dovranno essere di colore nero.

7. Tubi e canali protettivi

I tubi e le canalizzazioni protettive saranno realizzate in acciaio o materiale termoplastico serie pesante secondo le seguenti prescrizioni:

- tubazioni metalliche in acciaio zincato a caldo;
- raccorderia del tipo ad innesto rapido;
- continuità elettrica della terra;
- grado di protezione minimo IP55;

- tubazioni in PVC autoestinguente con le seguenti caratteristiche:
 - reazione al fuoco classe 1;
 - resistenza meccanica all'urto ≥ 6 Joule (IPXX7);
 - resistenza al calore fino a 850 °C;
 - autoestinguibilità secondo norme UL 94;
 - resistenza d'isolamento superiore a 100 MW;
 - grado di protezione IP commisurato all'ambiente di installazione.

Saranno disposti orizzontalmente o verticalmente evitando percorsi obliqui.

Le dimensioni delle tubazioni protettive dovranno essere tali da consentire un ampliamento futuro dei circuiti in esse contenute di almeno il 30%.

8. Scatole di derivazione

Esse troveranno impiego tutte le volte ove sussista una necessità di derivazione, smistamento o transito conduttori; nell'ultimo caso il conduttore sarà passante senza interruzione. Nelle installazioni eseguite in tubo plastico, le cassette saranno in materiale autoestinguente in modo da costituire impianti ad isolamento totale. Le cassette o scatole saranno fissate alle pareti con tasselli ad espansione. Le cassette ed i coperchi in metallo saranno munite di viti per connessione di terra come da norme CEI. Tutte le cassette saranno numerate e riportate sugli schemi elettrici.

9. Interruttori

Interruttori automatici magnetotermici, magnetotermici differenziali e differenziali puri modulari.

Generalità

Riferimenti normativi:	CEI EN 60898, CEI 23-3 4° ed., CEI 23-18, CEI EN 61009-1 App. G
Tensione nominale:	230/400 V c.a. 50/60 Hz,
Correnti nominali:	≤ 63 A
Poteri di interruzione:	4, 5, 6 e 10 kA secondo Norma CEI EN 60898
Caratteristiche di intervento:	Curva B, C e D
Taratura:	fissa
Numeri di poli:	da 1 a 4, tutti protetti e 1P+N

Gli interruttori automatici con protezione differenziale saranno disponibili con i seguenti valori di IDn: 0,01 A ($I_n \leq 25$ A), - 0,03 – 0,3 – 0,5 – 1 A istantanei 0,3 e 1 A selettivi e avranno una protezione contro gli scatti intempestivi (onda di corrente di prova 8/20 s).

Sensibilità alla forma d'onda:

- tipo AC per l'utilizzazione con corrente alternata;
- tipo A per l'utilizzazione con apparecchi di classe 1 con circuiti elettronici che danno origine a correnti pulsanti e/o continue.

L'intervento automatico dovrà essere segnalato dalla posizione della leva di manovra. Gli interruttori saranno installati, mediante aggancio su guida simmetrica DIN, e potranno essere alimentati da valle senza declassamenti o alterazioni delle proprie caratteristiche elettriche. Per correnti nominali superiori a 25 A dovrà essere possibile il collegamento di cavi di sezione fino a 35 mm². I morsetti delle apparecchiature dovranno essere dotati di un dispositivo di sicurezza per evitare l'introduzione dei cavi a morsetto serrato, ed inoltre dovranno essere zigrinati per assicurare una migliore tenuta al serraggio. Le viti dovranno potere essere serrate con utensili dotati di parte terminale a taglio o a croce. Le singole fasi degli interruttori multipolari dovranno essere separate fra di loro mediante diaframma isolante. Gli interruttori automatici magnetotermici differenziali dovranno essere dotati di visualizzazione meccanica dell'intervento per differenziale sul proprio frontale.

10. Carpenteria metallica

I profilati impiegati saranno esclusivamente in alluminio anodizzato o verniciato oppure di acciaio inox oppure in PVC, sono esclusi i profilati zincati. Le placche di ancoraggio saranno in acciaio inox AISI 304 come anche le viti, i bulloni, i dadi e le rondelle.

Ancoraggio

L'ancoraggio deve essere tale da sopportare l'azione del vento prevista nelle zone interessate e tale da soddisfare i requisiti statici dell'edificio. L'azione dei venti è stimata secondo il DM 16 gennaio 1996 e successive modificazioni. Dove l'ancoraggio non è possibile dovrà essere disposto un sistema di zavorraggio delle strutture. Deve essere comunque salvaguardata e garantita l'impermeabilizzazione delle strutture.

11. Impianti di protezione

11.1. Protezione contro il cortocircuito

Per la parte di circuito in corrente continua, la protezione contro il corto circuito dovrà essere assicurata dalla caratteristica tensione – corrente dei moduli fotovoltaici che limita la corrente di corto circuito degli stessi a valori noti e di poco superiori alla loro corrente nominale.

Per ciò che riguarda il circuito in corrente alternata, la protezione contro il corto – circuito dovrà essere assicurata dal dispositivo limitatore contenuto all'interno dell'inverter.

L'interruttore magnetotermico posto a valle di ciascun inverter dovrà agire da ricalzo all'azione del dispositivo di protezione all'interno all'inverter stesso.

11.2. Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti dovrà essere realizzata utilizzando componenti con livello e classe di isolamento adeguati, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8.

L'isolamento si potrà rimuovere solo mediante distruzione.

Gli interruttori automatici magnetotermici – differenziali installati, dovranno svolgere anche una funzione di protezione addizionale nei riguardi dei contatti diretti.

11.3. Protezione contro i contatti indiretti

Le masse di tutte le apparecchiature dovranno essere collegate a terra mediante il conduttore di protezione.

L'impianto dovrà essere protetto mediante interruttori automatici differenziali di valore adeguato ad evitare l'insorgenza di potenziali pericolosi sulle masse, secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8.

Si evidenzia che per quanto riguarda il lato in c.c. (moduli fotovoltaici e strutture di ancoraggio alla copertura degli edifici) il collegamento a terra degli elementi o di parte di essi, doirà essere deciso ed adeguatamente motivato dal progettista, sulla base di attente valutazioni che considerano, fra le altre cose, la classe di isolamento degli elementi, gli elementi metallici che possono essere considerate masse isolate, le misure di resistenza a terra degli elementi nonché le prescrizioni stesse del costruttore degli elementi.

11.4. Protezione dalle sovratensioni

L'impianto dovrà essere protetto sia dalla fulminazione diretta (per scariche atmosferiche) che dalla fulminazione indiretta (per accoppiamento resistivo o induttivo) secondo quanto prescritto dalle norme tecniche.

Il progettista dovrà redigere una apposita relazione che motivi adeguatamente le scelte effettuate per proteggere l'impianto dalle sovratensioni.

11.5. Impianto di messa a terra

Dovrà essere realizzato l'impianto di messa a terra secondo quanto prescritto dalla norma CEI 64-8.

La rete di terra esistente (o parte di essa) dovrà essere valutata dal progettista e se 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.

Il progettista dovrà redigere una apposita relazione che motivi adeguatamente le scelte progettuali effettuate.

12. Allacciamento alla rete elettrica

L'impianto dovrà essere collegato alla rete elettrica di distribuzione secondo le disposizioni previste dalle delibere in materia dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas e sulla base delle prescrizioni tecniche del gestore della rete. L'impresa dovrà predisporre tutti i collegamenti elettrici fino al punto di allaccio specifico previsto per l'impianto fotovoltaico con la rete elettrica.

13. Verifiche, prove e collaudo dell'impianto

La verifica tecnico – funzionale dell'impianto consisterà nella:

- a) verifica della continuità elettrica e le connessioni tra i moduli;
- b) verifica della messa a terra di masse e scaricatori;
- c) verifica dell'isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- d) verifica del corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nella varie modalità previste dal gruppo di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete, ecc.);

L'impianto dovrà essere realizzato con componenti che assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

- 1) condizione da verificare: **$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$**

dove:

- P_{cc} e la potenza in corrente continua (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;
- P_{nom} è la potenza nominale (in kW) del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento (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 deve essere verificata per $I > 600 W/m^2$

- 2) condizione da verificare **$P_{ca} > 0,9 * P_{cc}$**

dove P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2% . La misura della potenza P_{cc} e della potenza P_{ca} deve essere effettuata in condizione di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a $600 W/m^2$. Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a $40^\circ C$, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione 1) precedente diventa:

- 1') nuova condizione da verificare **$P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) * P_{nom} * I / I_{STC}$**

dove P_{tpv} indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono

tipicamente assunte pari all'8%. Le perdite termiche del generatore fotovoltaico P_{tpv} , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche possono essere determinate da:

- **$P_{tpv} = (T_{cel}-25)*\gamma/100$** dove T_{cel} è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico, tale temperatura può essere misurate mediante un sensore termoresistivo applicato sul retro del modulo ed γ è il coefficiente di temperatura di potenza (fornito dal costruttore)

oppure , nota la temperatura ambiente T_{amb} da:

- **$P_{tpv} = [T_{amb}-25+(NOCT-20)*I/800]*\gamma/100$** dove γ è il coefficiente di temperatura di potenza (fornito dal costruttore), NOCT è la temperatura nominale di lavoro della cella (fornita dal costruttore) e T_{amb} è la temperatura ambiente media tra faccia e retro.

Si ribadisce che tutto indicato nel presente documento è da intendersi quale prestazione minima e riferita ad ogni singolo impianto fotovoltaico.

IL RESPONSABILE DELL'AREA TECNICA

Geom. Alessandro Torrini