

RIVERSIBILITY

PARCO FLUVIALE DEL BISENZIO NELLA CITTA' DI PRATO

Assessore all'Urbanistica e
ai Lavori Pubblici

Arch. Valerio Barberis

Assessore all'Ambiente e alla
Mobilità

Arch. Filippo Alessi

Servizio Governo del Territorio
Il Dirigente del Servizio

Arch. Riccardo Pecorario

Responsabile Unico del Procedimento

Arch. Riccardo Pecorario

Il Coordinatore del Progetto

Arch. Maurizio Silveti

Supporto al RUP

Arch. Caterina Bruschi

TAVOLA:

2.3

PROGETTO
ESECUTIVO

TITOLO:

RELAZIONE E CALCOLO
IMPIANTI FOTOVOLTAICI

SCALA:

varie

DATA:

SETTEMBRE 2017

PROGETTISTI

Progetto:

Ing. Paolo Lo Iacono

Ing. Lorenzo Castellani

per gli aspetti idraulici e naturalistici

Arch. Maria Rita Cecchini

per efficientamento energetico

Geom. Gerarda Del Reno

per abbattimento barriere architettoniche

Geom. Alessandro Bernocchi

per piano di sicurezza e coordinamento

Collaboratori:

Geom. Massimo Falcini

Arch. Silvia Grazzini

Arch. Martina Melani

Arch. Lorenzo Vacirca

Dott. Martina Santoro

Ing. Samuele Garritano

Geom. Antonio Castiglia

Ing. Serena Gatti

Arch. Roberta Russo

Tirocini:

Arch. Giulia Mancini

Arch. Shirin Amini

Sommario

Oggetto e scopo del progetto	1
Dati generali di progetto	1
Soggetto Responsabile	1
Dati del sistema di distribuzione dell'energia elettrica	1
Sito di installazione	2
Caratteristiche generali dell'impianto fotovoltaico	2
Criteri generali di dimensionamento dell'impianto	2
Prestazione energetica attesa	2
Descrizione del sistema	2
Moduli fotovoltaici	3
DC Junction Box	3
Convertitore statico corrente continua/corrente alternata	3
Dispositivo di interfaccia	4
Quadro elettrico generatore fotovoltaico, dispositivo generale , contatore	4
Criteri di calcolo e verifiche di progetto	5
Variazione della tensione con la temperatura per la sezione c.c.	5
Portata dei cavi in regime permanente, protezione contro il corto circuito	5
Misure di protezione contro i contatti diretti	6
Misure di protezione contro i contatti indiretti	6
Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica	7
Dispositivo di generatore	7
Dispositivo di interfaccia	7
Dispositivo generale	7
Dimensionamento dell'impianto	8
Descrizione dell'impianto	8
Descrizione dell'impianto, emissioni evitate e risparmio di combustibile	9
Radiazione solare	10
Esposizioni	10
Moduli fotovoltaici	12
Gruppo di conversione	13
Dimensionamento	14
Cavi elettrici e cablaggi	15
Quadri elettrici	15
Separazione galvanica e messa a terra	16
Verifiche	16
Riferimenti normativi	17
Documentazione finale dell'impianto	18

Oggetto e scopo del progetto

Oggetto del progetto è la realizzazione, nel rispetto della legislazione vigente in materia e delle Norme CEI, di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica della potenza nominale o di picco pari a 3,78 kWp.

La potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del generatore fotovoltaico (espressa in Wp), sulla base della normativa vigente, è determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime o di picco o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate in Condizioni di Prova Standard (STC).

I lavori dovranno essere realizzati in conformità agli elaborati grafici, alle indicazioni progettuali ed ai suggerimenti di buona tecnica di seguito riportati.

Le caratteristiche degli impianti, nonché dei loro componenti, dovranno essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti alla data di redazione del presente progetto, ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni delle autorità locali;
- alle indicazioni fornite dalle Norme CEI specifiche in materia;
- alle prescrizioni ed indicazioni del Gestore di rete.

Dati generali di progetto

Soggetto Responsabile

Il Soggetto Responsabile è la persona fisica o giuridica responsabile della realizzazione e gestione dell'impianto fotovoltaico, che per il presente progetto è riportato nella seguente tabella.

SOGGETTO RESPONSABILE

Committente
Indirizzo
Codice fiscale
Partita IVA
Telefono
Fax
E-mail

Dati del sistema di distribuzione dell'energia elettrica

L'impianto elettrico oggetto della seguente relazione è caratterizzato da una fornitura di energia elettrica da parte dell'Ente di distribuzione dell'energia elettrica con fornitura Trifase (400 V) in Bassa tensione.

L'impianto fotovoltaico della potenza nominale di 3,78 kWp funzionerà in parallelo alla rete di distribuzione dell'energia elettrica di bassa tensione e funzionerà in regime di Scambio sul posto.

MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RETE

Gestore di rete elettrica	
POD	
Connessione alla rete	Trifase
Sistema	Bassa tensione
Tensione di fornitura	400 V

Esula dalla presente relazione la valutazione delle caratteristiche dell'impianto elettrico esistente a servizio dell'edificio, a valle del dispositivo generale.

Sito di installazione

L'impianto presenta le seguenti caratteristiche:

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Identificativo impianto	
Indirizzo	
CAP - Comune	- Prato
Latitudine	043°52'00"
Longitudine	011°05'00"
Altitudine	61 m
Fonte dati climatici	UNI 10349
Albedo	0 %

Caratteristiche generali dell'impianto fotovoltaico

Criteria generali di dimensionamento dell'impianto

Il criterio di dimensionamento normalmente utilizzato per un impianto fotovoltaico è quello di massimizzare la ricezione della radiazione solare in funzione della superficie a disposizione e di eventuali fenomeni di ombreggiamento del sito di installazione.

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

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

Prestazione energetica attesa

La fonte primaria solare, come per qualsiasi impianto ad energia rinnovabile, risulta aleatoria e quindi solo statisticamente prevedibile. Per avere riferimenti oggettivi sui calcoli di prestazione dei sistemi, si fa riferimento a pubblicazioni ufficiali che raccolgono le elaborazioni di dati acquisiti sul lungo periodo fornendo così medie statistiche raccolte in tabelle di anni-tipo.

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

L'energia generata dall'impianto fotovoltaico dipenderà:

- dalle caratteristiche del sito di installazione (latitudine, radiazione solare disponibile, temperatura, riflettanza della superficie antistante i moduli);
- dall'esposizione dei moduli: angolo di inclinazione (Tilt) e angolo di orientazione (Azimut);
- da un insieme di perdite di sistema (BOS -Balance Of System) costituite da,
 - i. eventuali ombreggiamenti o insudiciamenti del generatore fotovoltaico;
 - ii. caratteristiche dei moduli: potenza nominale, coefficiente di temperatura, perdite per disaccoppiamento o mismatch;
 - iii. perdite nei circuiti a corrente continua ed alternata;
 - iv. perdite di conversione degli inverter.

Descrizione del sistema

La tavola di progetto riporta lo schema unifilare dell'impianto fotovoltaico, attraverso il quale è possibile evidenziare le principali funzioni svolte dai vari sottosistemi ed apparecchiature che compongono l'impianto stesso.

Il generatore fotovoltaico sarà composto da stringhe di moduli collegate in ingresso all'inverter.

Le stringhe saranno costituite dalla serie di moduli fotovoltaici, ciascuno dei quali sarà provvisto di uno o più diodi di by-pass. Non sarà ammesso l'eventuale parallelo di stringhe in ingresso al medesimo canale MPPT dell'inverter non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati.

Il generatore fotovoltaico sarà gestito come sistema con nessun polo connesso a terra.

Il gruppo di conversione sarà idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili, e dovrà rispondere alla norma CEI 0-21.

I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione saranno compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita saranno compatibili con quelli della rete alla quale verrà connesso l'impianto. Il gruppo di conversione sarà basato su inverter, a uno o più canali di ingresso indipendenti, e sarà in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT) del generatore fotovoltaico.

L'inverter sarà per costruzione tale da non iniettare componenti continue di guasto, o per costruzione mediante l'impiego di trasformatore o mediante l'uso di dispositivi di protezione integrati la cui funzionalità dovrà risultare da apposita certificazione del costruttore.

Il gruppo di conversione sarà corredato di un dispositivo di interfaccia interno, sul quale agiscono le protezioni conformi alle disposizioni presenti nella norma CEI 0-21. Le protezioni di interfaccia saranno corredate di una certificazione di tipo emessa da un organismo accreditato. La protezione interna potrà essere abilitata solo per impianti al di sotto di 6 kWp, mentre al di sopra di tale soglia sarà installata apposita protezione di interfaccia esterna.

Il collegamento del gruppo di conversione alla rete elettrica sarà effettuato a valle del dispositivo generale della rete di utente.

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

Moduli fotovoltaici

I moduli devono essere provati e verificati da laboratori, accreditati secondo la UNI IEC 17025, in conformità delle norme:

CEI EN 61215: moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri – qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646: moduli fotovoltaici a film sottile per applicazioni terrestri – qualifica del progetto e omologazione del tipo.

Le caratteristiche elettriche dei moduli fotovoltaici, misurate ad STC (STC= Standard Test Condition: AM=1,5; E=1kW/m²; T=25°C) sono riportate nel datasheet allegato.

DC Junction Box

La cassetta denominata "DC Junction Box", se presente sulla tav. IE01.2, sarà collocata in prossimità del campo fotovoltaico in ingresso all'inverter. All'interno della scatola di connessione saranno posizionati su guida DIN i componenti riportati sullo schema elettrico.

Le apparecchiature di sezionamento lato continua dovranno avere caratteristiche idonee a supportare la tensione massima pari a 1,2 V_{oc}, con V_{oc} tensione a vuoto STC della stringa.

Gli SPD installati all'interno della DC Junction Box dovranno avere, tra i conduttori attivi e terra, le seguenti caratteristiche:

- classe II;
- tensione di esercizio continuativo $V_c > 1,25 V_{oc}$ con V_{oc} tensione a vuoto STC della stringa;
- livello di protezione $V_p < 0,9 V_{wi}$ con V_{wi} tensione di tenuta ad impulso della porta c.c. dell'inverter;
- corrente massima di scarica non inferiore a 5 kA;
- capacità di estinguere la corrente di corto circuito superiore alla corrente di corto circuito nel punto di installazione.

Convertitore statico corrente continua/corrente alternata

L'inverter è il cuore di ogni impianto fotovoltaico: trasforma la corrente continua dei moduli fotovoltaici in comune corrente alternata di rete e la immette nella rete pubblica. Contemporaneamente, esso controlla e monitora l'intero impianto. Da un lato garantisce che i moduli fotovoltaici funzionino sempre al massimo delle loro prestazioni, in funzione dell'irraggiamento e della temperatura. Dall'altro monitora costantemente la rete pubblica ed è responsabile per il rispetto di vari criteri di sicurezza.

I compiti di un inverter fotovoltaico sono tanto variegati quanto complessi:

- Trasformazione con basse perdite

Una delle caratteristiche più importanti di un inverter è il suo grado di rendimento. Quest'ultimo indica quale percentuale dell'energia "immessa" sotto forma di corrente continua viene riemessa sotto forma di corrente alternata.

- Ottimizzazione della potenza

La curva caratteristica dei moduli fotovoltaici dipende fortemente dall'intensità dell'irraggiamento e dalla temperatura dei moduli, quindi da valori che si modificano continuamente nell'arco della giornata.

L'inverter deve pertanto trovare e mantenere costantemente il punto di funzionamento ideale sulla curva caratteristica, per poter "tirar fuori" dai moduli solari la potenza maggiore in ogni situazione. Questo punto di funzionamento ottimale si chiama Maximum Power Point (MPP); la ricerca e il mantenimento dell'MPP costituiscono l'inseguimento MPP, estremamente importante per il rendimento energetico di un impianto

fotovoltaico.

- Monitoraggio e protezione

L'inverter monitora da un lato il rendimento dell'impianto FV e segnala la presenza di eventuali anomalie. Dall'altro lato si occupa del monitoraggio della rete di alimentazione alla quale è collegato. Per motivi di sicurezza deve dunque disinserire immediatamente l'impianto in caso di anomalia nella rete pubblica, oppure contribuire al supporto della stessa, in base ai requisiti del gestore di rete locale.

Inoltre spesso possiede un dispositivo in grado di interrompere in maniera sicura il flusso di corrente dai moduli fotovoltaici. Infatti, in caso di irraggiamento, essi si trovano fondamentalmente sotto tensione, e dunque non si possono disinserire. Se si interrompe il collegamento via cavo con l'inverter durante il funzionamento, possono verificarsi pericolosi archi elettrici che, a causa della corrente continua, non scompaiono.

- Comunicazione

Le interfacce di comunicazione sull'inverter consentono il controllo e il monitoraggio di tutti i parametri, i dati di funzionamento e i rendimenti.

- Gestione della temperatura

La temperatura nell'involucro dell'inverter influisce anche sul grado di rendimento. Se sale troppo, l'inverter deve ridurre la sua potenza. In alcune circostanze non è quindi poi possibile utilizzare appieno la potenza di modulo attualmente disponibile.

La temperatura dipende da un lato dal luogo di montaggio (l'ideale sarebbe un ambiente uniformemente fresco). Dall'altro lato dipende direttamente dal funzionamento dell'inverter: anche con un grado di rendimento pari a 98%, le perdite (sotto forma di calore) sono comunque pari a un 2%. Quindi è particolarmente importante un raffreddamento efficiente e affidabile dell'involucro.

- Protezione

Un involucro resistente alle intemperie, in caso ottimale con grado di protezione IP65, permette il montaggio all'esterno e in qualsiasi luogo dell'inverter. L'inverter dovrà essere in ogni caso idoneo alle caratteristiche del luogo di installazione.

L'inverter di riferimento in fase di progetto è caratterizzato dai parametri riportati nella scheda allegata.

Dispositivo di interfaccia

Il dispositivo di interfaccia risulta integrato all'interno dell'inverter. Per le caratteristiche della protezione si rimanda agli allegati alla presente relazione.

Quadro elettrico generatore fotovoltaico, dispositivo generale , contatore

L'uscita c.a. dell'inverter confluirà verso un quadro elettrico di protezione e manovra (quadro elettrico generatore fotovoltaico), il quale conterrà il dispositivo di generatore.

Il dispositivo generale sarà invece contenuto all'interno del quadro elettrico alla fornitura.

Criteri di calcolo e verifiche di progetto

Variazione della tensione con la temperatura per la sezione c.c.

Allo scopo di verificare la compatibilità fra le stringhe di moduli fotovoltaici e i tipi di inverter adottati, occorre verificare che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino essere verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

$$\begin{aligned}V_{m \min} &\geq V_{\text{inv MPPT min}} \\V_{m \max} &\leq V_{\text{inv MPPT max}} \\V_{oc \max} &< V_{\text{inv max}}\end{aligned}$$

dove

$V_{\text{inv MPPT min}}$	valore minimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di massima potenza;
$V_{\text{inv MPPT max}}$	valore massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di massima potenza;
$V_{m \min}$	tensione moduli minima in condizioni di esercizio ai valori massimi di temperatura;
$V_{m \max}$	tensione moduli massima in condizioni di esercizio ai valori minimo di temperatura;
$V_{oc \max}$	tensione circuito a vuoto a ai valori minimo di temperatura;
$V_{\text{inv max}}$	massima tensione in ingresso (a 1000W/m ² ; valori minimo di temperatura).

Tenuto conto del coefficiente termico della tensione a vuoto di ogni modulo e dei parametri dell'inverter le relazioni sopra riportate risultano verificate per ciascuna stringa.

Portata dei cavi in regime permanente, protezione contro il corto circuito

Le sezioni dei cavi per i vari collegamenti saranno tali da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati ed in condizioni ordinarie di esercizio.

La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando le relazioni:

$$I_B \geq I_n \geq I_Z \quad [E. 1]$$

$$I_f \geq 1,45 I_Z \quad [E. 2]$$

dove

- I_B è la corrente d'impiego del circuito;
- I_Z è la portata in regime permanente della conduttura;
- I_n è la corrente nominale del dispositivo di protezione.
- I_f è la corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

Per la parte in corrente continua, non protetta da interruttori automatici o fusibili nei confronti delle sovracorrenti e del corto circuito, I_B risulterà pari alla corrente nominale dei moduli fotovoltaici in corrispondenza della loro potenza di picco, mentre I_n e I_f possono entrambe essere poste uguali alla corrente di corto circuito dei moduli stessi, rappresentando questa un valore massimo non superabile in qualsiasi condizione operativa.

Collegamenti tra i moduli fotovoltaici e la DC junction box

Collegamenti tra la DC junction box e l'inverter

Tutti i collegamenti saranno realizzati con un cavo unipolare tipo FG21M21.

Imponendo i valori di corrente ricavati dal data sheet del modulo fotovoltaico, i valori di corrente indicati dovranno essere tali da verificare le relazioni E.1 ed E.2.

Collegamenti tra l'inverter e il quadro elettrico generatore fotovoltaico

Collegamenti tra quadro elettrico generatore fotovoltaico e contatore di produzione

Collegamenti tra contatore di produzione e quadro elettrico di parallelo impianto

I collegamenti saranno realizzati con cavo multipolare tipo FG7OR di sezione coordinata con i dispositivi di protezione da sovracorrenti posti sul lato corrente alternata.

I conduttori attivi saranno protetti da uno o più dispositivi che interrompano automaticamente l'alimentazione quando si produce un sovraccarico o un cortocircuito.

Tali dispositivi di protezione devono essere in grado di interrompere qualsiasi sovracorrente, sino alla corrente di cortocircuito presunta nel punto in cui i dispositivi sono installati.

I suddetti dispositivi di protezione possono essere interruttori automatici provvisti di sganciatori di sovracorrente, interruttori combinati con fusibili o fusibili stessi.

La protezione contro il sovraccarico e contro il cortocircuito delle linee sarà nel nostro caso assicurata dal corretto coordinamento tra la sezione dei conduttori e la corrente di taratura degli interruttori magnetotermici

posti a protezione di ogni linea.

Dovranno quindi essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ecc..

Le caratteristiche di funzionamento del dispositivo di protezione delle condutture dovrà rispondere alle due condizioni E.1 ed E.2.

Per la parte di circuito in corrente continua, la protezione contro il cortocircuito è 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. Nel calcolo della portata dei cavi in regime permanente si è già tenuto conto di tali valori, attribuibili a I_n e I_f . In tal modo, pertanto, anche la protezione contro il cortocircuito lato corrente continua risulta assicurata.

Per la protezione contro i cortocircuiti lato corrente alternata, il dispositivo di protezione dovrà essere tale che tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito dovranno essere interrotte in un tempo che non sia superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile. La formula che meglio esprime il concetto suddetto è la seguente:

$$(I^2 t) \leq K^2 S^2$$

dove

I è la corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;

t è la durata in secondi del cortocircuito;

K è una costante determinata sulla base della tipologia dei conduttori e delle temperature massime ammesse durante il servizio ordinario e durante il cortocircuito per l'isolamento dei cavi;

S è la sezione del conduttore in mm^2 .

Misure di protezione contro i contatti diretti

Le misure di protezione mediante isolamento delle parti attive e mediante involucri o barriere saranno in grado di fornire una protezione totale contro i contatti diretti.

La protezione del suddetto tipo di contatto sarà assicurata dai seguenti provvedimenti:

- * copertura completa delle parti attive a mezzo di isolamento rimovibile solo con la distruzione di quest'ultimo;
- * parti attive poste dentro involucri tali da assicurare il grado di protezione adeguato per il tipo di ambiente in cui sono installate;
- * utilizzo di componenti muniti di marchio CE (Direttiva CEE 73/23).

Misure di protezione contro i contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti sarà effettuata mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione e assicurata dal coordinamento tra i dispositivi di protezione installati su ogni linea in partenza e un idoneo valore della resistenza di terra.

L'impianto di terra sarà provvisto di un morsetto o di una sbarra con le funzioni di collettore principale di terra, al quale si dovranno collegare i conduttori di terra, i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali principali.

In particolare si dovranno collegare al circuito generale di terra tutte le masse metalliche costituite da tubazioni, carcasse metalliche di supporto dei pannelli, e tutte le masse attualmente non identificabili ma comunque da collegare a terra.

Il fissaggio del conduttore di terra alle suddette masse metalliche dovrà avvenire a mezzo di collari fissa tubo, con morsetti, capicorda o viti autofilettanti da fissare sulla massa metallica.

Nei sistemi TT l'uso di dispositivi di protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione è possibile in pratica solo se la resistenza del dispersore soddisfa la seguente relazione:

$$R_A I_a < 50$$

dove

R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse. Di solito la resistenza del conduttore di protezione è trascurabile rispetto alla resistenza di terra R_T per cui nella maggior parte dei casi è ammesso porre $R_A = R_T$.

I_a è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_n . Tali tipi di dispositivi, sia di tipo generale che di tipo S, sono adatti per assicurare la protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TT.

L'inverter installato sarà per costruzione tale da non iniettare componenti continue di guasto sul lato corrente alternata (come da certificazione del costruttore), pertanto il differenziale utilizzato sulla parte di impianto fotovoltaico sarà di tipo A.

Misure di protezione sul collegamento alla rete elettrica

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete autoproduttore che della rete di distribuzione pubblica sarà realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 0-21.

L'impianto risulterà equipaggiato con un sistema di protezione che si articolerà su tre livelli: dispositivo di generatore; dispositivo di interfaccia; dispositivo generale.

Dispositivo di generatore

L'inverter sarà internamente protetto contro il cortocircuito e il sovraccarico. Il riconoscimento della presenza di guasti interni provocherà l'immediato distacco del convertitore dalla rete elettrica.

L'interruttore magnetotermico presente sull'uscita dell'inverter agirà come supporto a tale funzione.

Il Dispositivo di Generatore (DDG) separa il generatore dall'impianto, assicurando:

- l'avviamento, l'esercizio e l'arresto dell'impianto di produzione in condizioni ordinarie cioè in assenza di guasti o di funzionamenti anomali del sistema di produzione;
- la protezione dell'impianto di produzione, quando si manifesti un guasto o un funzionamento anomalo dell'impianto di produzione;
- l'intervento coordinato del dispositivo del generatore e dei dispositivi di protezione dei carichi privilegiati (qualora presenti) per guasti dell'impianto durante il funzionamento in isola;
- l'intervento coordinato del dispositivo di generatore, di quello di interfaccia e del dispositivo generale in caso di guasti sulla rete del Distributore. In particolare, in questi casi, il dispositivo di generatore può intervenire;
- solo come ricalzo del dispositivo di interfaccia per generatori di qualsivoglia tipologia connessi alla rete mediante interposizione di sistemi di raddrizzamento/inversione (generatori statici).

Dispositivo di interfaccia

Il dispositivo di interfaccia dovrà provocare il distacco dell'intero sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica.

La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedirà, tra l'altro, che l'inverter continui a funzionare anche nel caso di black-out esterno. Il funzionamento cosiddetto in isola sarà assolutamente evitato, in quanto potrebbe tradursi in una condizione di pericolo per il personale addetto alla ricerca e alla riparazione dei guasti.

Il dispositivo di interfaccia deve essere costituito da:

interruttore di manovra-sezionatore o interruttore automatico idoneo al sezionamento, oppure contattore onnipolare di categoria AC3; tuttavia, per generatori con inverter di potenza nominale fino a 11,08kW, con DDI interno, è possibile utilizzare contattori di categoria AC1, che dovranno garantire una distanza minima in aria tra i contatti aperti secondo quanto previsto nella norma IEC 62109-1.

Sia l'interruttore che il contattore devono essere asserviti in apertura al sistema di protezione di interfaccia (SPI).

Dispositivo generale

Il dispositivo generale avrà la funzione salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti del sistema di generazione elettrica.

Il Dispositivo Generale unico separa l'intero impianto Utente dalla rete BT del Distributore in caso di guasto a valle del punto di connessione (guasto interno).

Il Dispositivo Generale (DG) è costituito da interruttore automatico onnipolare conforme alla Norma CEI EN 60898 oppure conforme alla Norma CEI EN 60947-2 se adatto al sezionamento. Il suddetto interruttore deve avere un potere di interruzione (o potere di cortocircuito) non inferiore ai valori di corrente di cortocircuito stabiliti al punto 5.1.3 della norma CEI 0-21.

In alternativa al DG unico, è consentito installare fino al massimo di 3 (tre) DGL.

Il DG (eventualmente realizzato con più DGL) deve essere sempre presente.

In alternativa, può essere impiegato anche un interruttore di manovra-sezionatore combinato con fusibili (conforme alla Norma CEI EN 60947-3), nel rispetto dei requisiti di cui sopra.

Dimensionamento dell'impianto

Descrizione dell'impianto

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° 42 moduli fotovoltaici e da n° 1 inverter con tipo di realizzazione Su edificio.

La potenza nominale complessiva è di 3,78 kWp per una produzione di 4.121 kWh annui distribuiti su una superficie di 22,26 m².

Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE

Identificativo impianto	
Indirizzo	
CAP - Comune	- Prato
Latitudine	043°52'00"
Longitudine	011°05'00"
Altitudine	61 m
Fonte dati climatici	UNI 10349
Albedo	0 %

MODALITÀ DI CONNESSIONE ALLA RETE

Gestore di rete elettrica	
POD	
Connessione alla rete	Trifase
Sistema	Bassa tensione
Tensione di fornitura	400 V

DATI TECNICI

Potenza nominale complessiva	3,78 kWp
Numero totale dei generatori	1
Numero totale dei moduli	42
Numero totale inverter	1
Superficie totale dei moduli	22,26 m ²
Energia totale annua	4.121 kWh
Energia per kWp	1.090,2 kWh/kWp

Descrizione dell'impianto, emissioni evitate e risparmio di combustibile

La produzione di energia elettrica mediante conversione della radiazione solare riduce le emissioni inquinanti in atmosfera. Le tabelle seguenti mostrano le quantità di emissioni nocive annuali prodotte mediante le tradizionali fonti di energia elettrica al fine di produrre un valore di energia equivalente a quello generato annualmente dall'impianto fotovoltaico in progetto.

Quindi considerando l'energia stimata come produzione del primo anno pari a 4.121 kWh, le considerazioni seguenti valgono per la vita utile dell'impianto considerando un degradamento annuo delle prestazioni pari a 0,8 %.

EQUIVALENTI DI PRODUZIONE TERMOELETTRICA		
Anidride solforosa (SO ₂)	2,89 kg	kg
Ossidi di azoto (NO _x)	3,64 kg	kg
Polveri	0,13 kg	kg
Anidride carbonica (CO ₂)	2,15 t	t

EQUIVALENTI DI PRODUZIONE GEOTERMICA		
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico)	0,13 kg	kg
Anidride carbonica (CO ₂)	0,02 t	t

I coefficienti di produzione delle emissioni inquinanti sono estratti da "Enel Rapporto ambientale 2012", mentre le percentuali di produzione di energia elettrica sono ricavate da "Rapporto annuale 2012", stilato dall'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (dati anno 2011).

Parlando di produzione e uso di energia è spesso conveniente esprimersi in termini di consumo fisico di un combustibile, ovvero individuando il quantitativo di energia primaria (ad esempio TEP, Tonnellate Equivalenti di Petrolio) per la realizzazione di 1 kWh di energia.

L'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas, con la Delibera EEN 3/08 del 20/03/2008 (GU n. 100 del 29.4.08 - SO n.107), ha fissato il valore del fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria in 0,187 TEP/MWh; ai fini del rilascio di titoli di efficienza energetica di cui ai DM 20/07/2004.

Altre conversioni erano indicate dal Ministero MICA nella circolare 219/F del 02/03/1992:

- 0,23 TEP/MWh (se consumata in Media/Alta Tensione)
- 0,25 TEP/MWh (se consumata in Bassa Tensione)

Il risparmio annuale di combustibile ottenuto attraverso l'impianto è pertanto riportato nella tabella seguente

RISPARMIO DI COMBUSTIBILE			
Fattore di conversione [TEP/MWh] Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP)	Circolare MICA del 02/03/1992, N. 219/F		Delibera EEN 308 art. 2 Circolare MISE del 18/12/2014
	BT	MT	
	0,25	0,23	0,187
	1,03 TEP		0,77 TEP

Radiazione solare

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Prato.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	5,43	168,33
Febbraio	8,82	246,96
Marzo	13,03	403,93
Aprile	15,35	460,5
Maggio	21,1	654,1
Giugno	24,39	731,7
Luglio	24,23	751,13
Agosto	20,89	647,59
Settembre	15,38	461,4
Ottobre	7,92	245,52
Novembre	5,1	153
Dicembre	4,44	137,64

TABELLA PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh ²]
Gennaio	4,413	136,813
Febbraio	7,142	199,974
Marzo	10,544	326,852
Aprile	12,464	373,927
Maggio	17,228	534,073
Giugno	19,98	599,387
Luglio	19,819	614,383
Agosto	16,998	526,951
Settembre	12,456	373,679
Ottobre	6,409	198,676
Novembre	4,14	124,195
Dicembre	3,614	112,046

Esposizioni

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

TABELLA ESPOSIZIONE CAMPI FOTOVOLTAICI

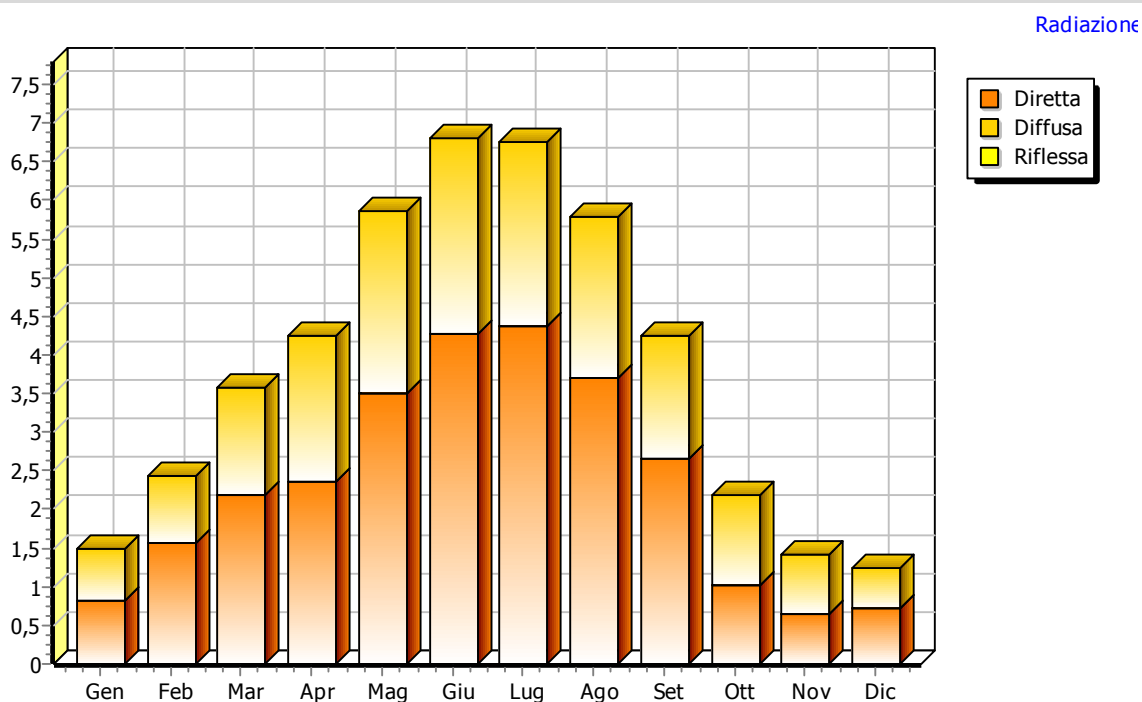
Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Omb.
Esposizione 1	Su edificio	Inclinazione fissa	0°	0°	0 %

ESPOSIZIONE: Esposizione 1

L'esposizione della parte di impianto fotovoltaico denominata Esposizione 1 sarà esposta con un orientamento di 0,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 0,00° (tilt).

La produzione di energia è stata calcolata in assenza di profilo di orizzonte e di ombreggiamenti prossimi alla posizione dell'impianto (edifici, manufatti, alberi e vegetazione, ecc.). L'eventuale presenza di ombreggiamenti prossimi alla struttura comportano una riduzione della produzione.

DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE



Irraggiamento annuo lordo 1402,4 kWh/m²a

Irraggiamento annuo netto 1402,4 kWh/m²a

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m ²]	Radiazione Diffusa [kWh/m ²]	Radiazione Riflessa [kWh/m ²]	Totale giornaliero [kWh/m ²]	Totale mensile [kWh/m ²]
Gennaio	0,83	0,672	0	1,502	46,557
Febbraio	1,561	0,869	0	2,43	68,051
Marzo	2,196	1,392	0	3,588	111,227
Aprile	2,364	1,878	0	4,242	127,247
Maggio	3,491	2,372	0	5,863	181,744
Giugno	4,277	2,522	0	6,799	203,97
Luglio	4,367	2,378	0	6,744	209,073
Agosto	3,698	2,086	0	5,785	179,32
Settembre	2,667	1,572	0	4,239	127,162
Ottobre	1,011	1,169	0	2,181	67,609
Novembre	0,637	0,772	0	1,409	42,263
Dicembre	0,724	0,506	0	1,23	38,129

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su supporti in FOREX di 5mm (superficie piana di appoggio del modulo flessibile) e l'insieme di forex e modulo sarà ancorato alla copertura dei container mediante profili in alluminio aderenti al piano di copertura stesso. Tutti i moduli avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Tutta la struttura, comprensiva dei moduli sarà dimensionata per essere idonea a sopportare i carichi statici di pressione di neve e vento secondo la normativa vigente.

Esula dal presente progetto la verifica statica della copertura con il sovraccarico dovuto all'impianto fotovoltaico ed il dimensionamento delle strutture di sostegno dei moduli.

Nel caso di installazione dell'impianto fotovoltaico sulla copertura di un manufatto viene introdotto un sovraccarico alle strutture portanti del tetto. Il sovraccarico introdotto dall'impianto fotovoltaico è rappresentato dai carichi permanenti costituiti dal peso dei moduli, della struttura di sostegno e di eventuali zavorre, e dai carichi variabili della neve e del vento, guida 82-25 par. 4.5.2.2.

La guida CEI 82-25 indica che in caso di installazione dell'impianto fotovoltaico "su una struttura edile esistente, è necessario avere il parere favorevole del progettista di tale struttura o comunque di un tecnico abilitato", art. 4.5.2.

È necessario pertanto che l'impianto fotovoltaico sia realizzato soltanto dopo che un professionista abbia valutato l'idoneità del tetto a sopportare il sovraccarico determinato dall'impianto stesso (verifica statica), e abbia dimensionato le strutture di sostegno dei moduli.

Le caratteristiche della struttura di sostegno dovranno rispondere alle indicazioni di fissaggio dei moduli fotovoltaici riportate nel manuale di installazione del costruttore.

GENERATORE: Generatore

Il generatore è composto da n° 42 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Su edificio
Numero di moduli:	42
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	3780 W
Grado di efficienza:	99,5 %

Moduli fotovoltaici

Il generatore fotovoltaico sarà composto da stringhe di moduli collegate in ingresso sui canali dell'inverter secondo le configurazioni di seguito riportate.

Le stringhe saranno costituite dalla serie di moduli fotovoltaici, ciascuno dei quali sarà provvisto di uno o più diodi di by-pass. Non sarà ammesso l'eventuale parallelo di stringhe in ingresso al medesimo canale MPPT dell'inverter non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati.

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	ENECOM
Sigla:	HFsp HFsp 90
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Certificazione:	
Caratteristiche elettriche	(Dati tipici alle condizioni standard STC - 1000 W/m ² - AM 1,5 - 25°C)
Potenza nominale:	90 W
Rendimento:	16,9 %
Tensione nominale (V_{mpp}):	17,1 V
Tensione a vuoto (V_{oc}):	19,9 V

Corrente nominale (I_{mpp}):	5,7 A
Corrente di corto circuito(I_{sc}):	6 A
Tensione massima di sistema:	600 V
Caratteristiche termiche	
Coefficiente termico V_{oc} :	-59,5 mV/°C
Coefficiente termico I_{sc} :	2,58 mA/K
Coefficiente termico P_{max} :	-0,47 %/K
NOCT [°C]:	48°
Dimensioni	
Dimensioni:	546 mm x 977 mm x 0 mm
Peso:	0 kg

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

La linea elettrica proveniente dai moduli fotovoltaici è messa a terra mediante appositi scaricatori di sovratensione con indicazione ottica di fuori servizio, al fine di garantire la protezione dalle scariche di origine atmosferica.

Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione è composto dai convertitori statici (Inverter).

Il convertitore c.c./c.a. utilizzato è idoneo al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso di questa apparecchiatura sono compatibili con quelli del rispettivo campo fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 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 maggiore del 90 % al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

DATI COSTRUTTIVI DEGLI INVERTER	
Costruttore	FRONIUS INTERNATIONAL
Sigla	PRIMO 3.6-1 (2017) PRIMO
Inseguitori	2
Ingressi per inseguitore	2
Caratteristiche elettriche	(Dati tipici alle condizioni standard STC - 1000 W/m ² - AM 1,5 - 25°C)
Potenza nominale	3,7 kW

Potenza massima	3,8 kW
Potenza massima per inseguitore	1,9 kW
Tensione nominale	700 V
Tensione massima	1000 V
Tensione minima per inseguitore	80 V
Tensione massima per inseguitore	800 V
Tensione nominale di uscita	231 Vac
Corrente nominale	24 A
Corrente massima	24 A
Corrente massima per inseguitore	12 A
Rendimento	0,96

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie	21	21
Stringhe in parallelo	1	1
Esposizioni	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC)	359,1 V	359,1 V
Numero di moduli	21	21

Dimensionamento

La potenza nominale del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 90 \text{ W} * 42 = 3780 \text{ W}$$

L'energia totale prodotta dall'impianto alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m² a 25°C di temperatura) si calcola come:

Esposizione	N° moduli	Radiazione solare [kWh/m ²]	Energia [kWh]
Esposizione 1	42	1.402,35	5.300,89

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 4121 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura	7,2 %
Perdite di mismatching	5,0 %
Perdite in corrente continua	2,0 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...)	6,0 %
Perdite per conversione	4,3 %
Perdite totali	22,3 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO			
Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	136,8	136,8	0,0 %
Febbraio	200,0	200,0	0,0 %
Marzo	326,9	326,9	0,0 %
Aprile	373,9	373,9	0,0 %
Maggio	534,1	534,1	0,0 %
Giugno	599,4	599,4	0,0 %
Luglio	614,4	614,4	0,0 %
Agosto	527,0	527,0	0,0 %
Settembre	373,7	373,7	0,0 %
Ottobre	198,7	198,7	0,0 %
Novembre	124,2	124,2	0,0 %
Dicembre	112,0	112,0	0,0 %
Anno	4121,0	4121,0	0,0 %

Cavi elettrici e cablaggi

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

- Sezione delle anime in rame calcolate secondo norme CEI-UNEL/IEC
- Tipo FG21M21 1800Vcc per i collegamenti lato corrente continua
- Tipo FG7 se in esterno o in cavidotti su percorsi interrati lato corrente alternata
- 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.

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.: positivo di colore rosso e/o chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+"
negativo di colore nero e/o chiaramente siglato con indicazione del negativo con "-"

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

Quadri elettrici

Quadro di campo lato corrente continua

Si prevede di installare un quadro a monte di ogni convertitore per il collegamento in parallelo delle stringhe, il sezionamento, la misurazione e il controllo dei dati in uscita dal generatore.

Quadro di parallelo lato corrente alternata

Si prevede di installare un quadro di parallelo in alternata all'interno di in una cassetta posta a valle dei convertitori statici per la misurazione, il collegamento e il controllo delle grandezze in uscita dagli inverter. All'interno di tale quadro, sarà inserito eventualmente il sistema di interfaccia alla rete e subito a valle il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica.

Separazione galvanica e messa a terra

Deve essere prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

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

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

La struttura di sostegno verrà regolarmente collegata all'impianto di terra esistente.

Verifiche

Al termine dei lavori l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

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

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

Il generatore Generatore soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione
Tensione minima V_n a 70,00 °C (302,9 V) maggiore di V_{mpp} min. (80,0 V)
Tensione massima V_n a -10,00 °C (402,8 V) inferiore a V_{mpp} max. (800,0 V)
Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (461,6 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)
Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (461,6 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (600,0 V)
Limiti in corrente
Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (6,0 A) inferiore alla corrente massima inverter (12,0 A)
Limiti in potenza
Dimensionamento in potenza (99,5%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

Riferimenti normativi

Le caratteristiche degli impianti, nonché dei loro componenti, dovranno essere in accordo con le norme di legge e di regolamento vigenti alla data di redazione del presente progetto, ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni delle autorità locali;
- alle indicazioni fornite dalle Norme CEI specifiche in materia;
- alle prescrizioni ed indicazioni del Gestore di rete

Si riporta qui di seguito l'elenco indicativo, e non esaustivo, delle principali Norme e Leggi (e successive modifiche ed integrazioni) a cui ci si dovrà attenere in fase di realizzazione dell'opera oggetto della presente Relazione.

Moduli fotovoltaici

CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;

CEI EN 61646 (CEI 82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;

CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;

CEI EN 61730-1 (CEI 82-27) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;

CEI EN 61730-2 (CEI 82-28) Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) - Parte 2: Prescrizioni per le prove;

CEI EN 60904: Dispositivi fotovoltaici – Serie;

CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;

CEI EN 50521 (CEI 82-31) Connettori per sistemi fotovoltaici - Prescrizioni di sicurezza e prove;

CEI UNI EN ISO/IEC 17025:2008 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

Altri componenti degli impianti fotovoltaici

CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;

CEI EN 50524 (CEI 82-34) Fogli informativi e dati di targa dei convertitori fotovoltaici;

CEI EN 50530 (CEI 82-35) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;

EN 62116 Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters;

Progettazione fotovoltaica

CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;

CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;

UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;

UNI/TR 11328-1:2009 "Energia solare - Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia - Parte 1: Valutazione dell'energia raggiante ricevuta".

Impianti elettrici e fotovoltaici

CEI EN 61724 (CEI 82-15): Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici - Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati;

EN 62446 (CEI 82-38) Grid connected photovoltaic systems - Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection;

CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;

CEI EN 60445 (CEI 16-2): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;

CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);

CEI EN 60555-1 (CEI 77-2): Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;

CEI EN 61000-3-2 (CEI 110-31): Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti - Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase);

CEI 13-4: Sistemi di misura dell'energia elettrica - Composizione, precisione e verifica;

CEI EN 62053-21 (CEI 13-43): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 21: Contatori statici di energia attiva (classe 1 e 2);

CEI EN 62053-23 (CEI 13-45): Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) – Prescrizioni particolari - Parte 23: Contatori statici di energia reattiva (classe 2 e 3);

CEI EN 50470-1 (CEI 13-52) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 1: Prescrizioni generali, prove e condizioni di prova - Apparat di misura (indici di classe A, B e C)

CEI EN 50470-3 (CEI 13-54) Apparat per la misura dell'energia elettrica (c.a.) - Parte 3: Prescrizioni particolari - Contatori statici per energia attiva (indici di classe A, B e C);

CEI EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini, serie;

CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;

CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;

CEI EN 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT), serie;

CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-20: Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;

CEI 20-91 Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1 000 V in corrente alternata e 1 500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.

Connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica

CEI 0-16 : Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;

CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;

CEI EN 50438 (CEI 311-1) Prescrizioni per la connessione di micro-generatori in parallelo alle reti di distribuzione pubblica in bassa tensione;

Per la connessione degli impianti fotovoltaici alla rete elettrica si applica quanto prescritto nella deliberazione n. 99/08 (Testi integrati delle connessioni attive) dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas e successive modificazioni. Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra citate, i documenti tecnici emanati dai gestori di rete.

Documentazione finale dell'impianto

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- progetto esecutivo in versione "come costruito", corredato di schede tecniche dei materiali installati;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi del DM 37/2008;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità alla norma CEI EN 61215, per moduli al silicio cristallino, e alla CEI EN 61646 per moduli a film sottile;
- certificazione rilasciata da un laboratorio accreditato circa la conformità del convertitore c.c./c.a. alle norme vigenti 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.