



COMUNE DI FOGGIA

Corso Garibaldi n° 58 - FOGGIA
Servizio Lavori Pubblici/Edilizia Scolastica



Strategie Integrate di Sviluppo Sostenibile
"Rigenerazione urbana sostenibile"
P.O.R. FESR-FSE 2014-2020

**"LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA PALESTRA
DEL CENTRO DIDATTICO STATALE A. GABELLI"
NELL'AMBITO DEL P.O.R. FESR-FSE 2014-2020
REGIONE PUGLIA – ASSE PRIORITARIO XII "SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE"
AZIONE 12.1 "RIGENERAZIONE URBANA SOSTENIBILE"
STRATEGIA INTEGRATA DI SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE:
"IL BORGO REALE IL BORGO POSSIBILE".**

Sindaco

Dott. Franco Landella

Assessore all'Urbanistica

Dott. Francesco Paolo La Torre

Assessore ai Lavori Pubblici

Dott. Francesco Morese

Dirigente Coordinatore Area Tecnica

Ing. Francesco Paolo Affatato

Responsabile Unico del Procedimento:

Geom. Rocco Fatibene

Progettista:

Arch. Michele Pedone

Collaboratore:

Arch. Filomena de Mita

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO

Novembre 2020

RELAZIONE SPECIALISTICA E DI CALCOLO
IMPIANTO FOTOVOLTAICO

RS. 4



COMUNE DI FOGGIA

Servizio Lavori pubblici – Edilizia Scolastica

Corso Garibaldi, 58 – 71121 Foggia

Relazione specialistica e di calcolo dell'impianto fotovoltaico da 19,98 kWp

*"LAVORI DI EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA PALESTRA
DEL CENTRO DIDATTICO STATALE A. GABELLI"
NELL'AMBITO DEL P.O.R. FESR-FSE 2014-2020
REGIONE PUGLIA – ASSE PRIORITARIO XII "SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE"
AZIONE 12.1 "RIGENERAZIONE URBANA SOSTENIBILE"
STRATEGIA INTEGRATA DI SVILUPPO URBANO SOSTENIBILE:
"IL BORGO REALE IL BORGO POSSIBILE".*

Professionista incaricato
Arch. Michele Pedone

Responsabile Unico del Procedimento
Geom. Rocco Fatibene

Sommario

1.	PREMESSA.....	3
2.	DEFINIZIONI E PRESCRIZIONI.....	3
3.	ELEMENTI DEL PROGETTO.....	3
4.	RELAZIONE TECNICA.....	4
	• Generatore Fotovoltaico	
	• Convertitore CC/CA	
	• Quadro di parallelo rete	
5.	TIPOLOGIA DI INSTALLAZIONE.....	6
6.	VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE.....	6
7.	ALLEGATI.....	7
	• Allegato I. Terminologia	
	• Allegato II Normativa di riferimento	

1. PREMESSA

L'impianto fotovoltaico (FV) progettato la cui potenza è pari a 19,98 kWp da realizzare sul tetto piano a copertura della palestra.

L'impianto fotovoltaico è destinato a produrre energia elettrica in collegamento alla rete elettrica di distribuzione di bassa tensione in corrente alternata.

2. DEFINIZIONI E PRESCRIZIONI

Una terminologia dettagliata dei principali termini utilizzati in questo documento è riportata nell'Allegato I.

Le principali normative e leggi di riferimento per la progettazione dell'impianto fotovoltaico sono le seguenti:

- norme CEI/IEC per la parte elettrica convenzionale
- conformità al marchio CE per i componenti dell'impianto
- norme CEI/IEC e/o JRC/ESTI per i moduli fotovoltaici
- norme UNI/ISO per la parte meccanico/strutturale
- DPR 547/1955 e D.L.81/08 ed ex-L. 626/1994 per la sicurezza e la prevenzione infortuni sul lavoro
- D.M. 37/08, ex-Legge 46/1990, DPR 447/91 per la sicurezza elettrica
- Unificazioni Società Elettriche (ENEL e/o altre) per le interfacce con la rete elettrica.

Un elenco sintetico della normativa applicabile è riportato nell'Allegato II.

Le opere e installazioni sono state eseguite a regola d'arte in conformità alle Norme applicabili CEI, IEC, UNI, ISO vigenti.

3. ELEMENTI DEL PROGETTO

Il progetto costituisce il riferimento per l'esecuzione delle opere necessarie all'installazione e fornisce gli elementi relativi a:

- Generatore Fotovoltaico;
- Inverter;
- Rete elettrica di distribuzione a cui è collegato l'impianto;
- Tipologia meccanica di installazione;
- Schema elettrico dell'impianto

4. RELAZIONE TECNICA

L'energia prodotta dal generatore FV sarà in regime di scambio sul posto.

Lo schema elettrico dell'impianto oggetto dell'intervento è allegato a tergo della presente relazione.

Di seguito vengono descritte le caratteristiche dei sottosistemi che costituiscono l'impianto.

- **Generatore Fotovoltaico**

Il Generatore Fotovoltaico è costituito da 2 stringhe di moduli in silicio monocristallino; di cui una con

Nr.74 moduli con potenza l'uno da 270 Wp

Potenza nominale del campo FV : 19.980 Wp

Tensione a circuito aperto (Voc) : 480 Vcc

Ciascuna stringa è provvista di opportuno sezionatore e diodo di blocco ed è protetta contro le sovratensioni per mezzo di scaricatori (uno per ogni polo) collegati a terra. Sezionatori, diodi di blocco e scaricatori sono dimensionati per le opportune correnti e tensioni e sono allocati in un quadro elettrico dotato di un grado di protezione adeguato al sito di installazione.

Il generatore FV è gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra.

- **Convertitore CC/CA**

Il gruppo di conversione è composto dal componente principale "inverter" e da un insieme di componenti, quali filtri e dispositivi di sezionamento protezione e controllo, che rendono il sistema idoneo al trasferimento della potenza dal generatore alla rete, in conformità ai requisiti normativi, tecnici e di sicurezza applicabili.

Le caratteristiche principali sono riassunte qui di seguito:

- 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 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 (250-600 Vcc)
- Potenza inverter 20 kW
- Efficienza massima $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

- **Quadro di parallelo rete**

Il quadro di consegna dell'energia e parallelo rete è preposto ad effettuare il collegamento in parallelo dell'inverter alla rete elettrica di distribuzione in bassa tensione trifase. All'interno di tale quadro è contenuto il dispositivo di interruzione della linea in uscita dall'inverter.

L'interruttore di protezione all'inverter è un sezionatore da 4x40A come su schema. Il dispositivo generale è un magnetotermico-differenziale da 4x40A-0,03A.

Nel punto di connessione la tensione è di 400 Vca (ca = corrente alternata) trifase e la frequenza è di 50Hz. Vedasi schema elettrico allegato.

La posizione sia del contatore di produzione che di quello IN/OUT è indicata sullo schema elettrico.

5. TIPOLOGIA DI INSTALLAZIONE

Il generatore FV posizionato sul tetto piano dell'edificio oggetto dell'intervento. L'inverter, il quadro di campo in CC, il quadro in CA ed il dispositivo di interfacciamento alla rete elettrica posizionati in idoneo locale tecnico sullo stesso livello della palestra (locale 10).

La struttura di supporto dei moduli FV è costituita da profilati in acciaio zincato a squadra angolare e a guisa di guida ed ancoraggio per i fissaggi.

L'orientamento complessivo dei moduli fotovoltaici sarà direzionato verso SUD.

6. VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE

A lavori ultimati l'installatore dell'impianto effettuerà le seguenti verifiche tecnico-funzionali:

- continuità elettrica e le connessioni tra moduli;
- messa a terra di masse e scaricatori;
- isolamento dei circuiti elettrici dalle masse;
- 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.);
- condizione: $P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / ISTC$, ove:
 - P_{cc} è la potenza (in kW) misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione $\pm 2\%$;
 - 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 $\pm 3\%$;
 - $ISTC$, pari a $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni standard;
Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 W/m^2$
- condizione: $P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$, ove: P_{ca} è la potenza attiva (in kW) misurata all'uscita del gruppo di conversione, con precisione $\pm 2\%$;

L'impresa che si aggiudicherà i lavori di realizzazione dell'impianto fotovoltaico dovrà ottemperare alle norme UNI e CEI per il corretto montaggio.

7. ALLEGATI

Allegato I. Terminologia

Allegato II Normativa di riferimento

Foggia, Novembre 2020

Il Progettista
Arch. Michele Pedone

ALLEGATO I

Terminologia

Si riportano di seguito le definizioni di alcuni termini ricorrenti nel campo dell'installazione di generatori fotovoltaici a costituire sistemi elettrici di generazione di potenza destinati ad essere connessi alla rete elettrica.

- **Angolo di azimut:** angolo esistente tra la normale al piano di captazione solare (modulo fotovoltaico) e il piano del meridiano terrestre che interseca il piano di captazione in un punto centrale. L'angolo è positivo per orientamenti verso Est, negativo per orientamenti verso Ovest.

- **Angolo di inclinazione:** angolo formato dal modulo fotovoltaico con l'orizzontale (piano tangente alla superficie terrestre in quel punto). L'angolo è positivo per inclinazioni rivolte verso l'equatore, negativo per inclinazioni rivolte verso il polo.

- **Blocco o sottocampo o subcampo fotovoltaico:** una o più stringhe fotovoltaiche associate e distinte in base a determinate caratteristiche, così come può essere l'occupazione geometrica del suolo, oppure le cui stringhe sono interconnesse elettricamente per dare la potenza nominale al sistema di condizionamento della potenza (PCS).

- **Campo fotovoltaico:** l'insieme di tutti i blocchi o sottocampi che costituiscono l'impianto fotovoltaico.

- **Cella fotovoltaica:** dispositivo base allo stato solido che converte la radiazione solare direttamente in elettricità a corrente continua.

- **Condizioni Standard:** condizioni in cui l'irraggiamento della radiazione solare è pari a 1000 W/m², con distribuzione dello spettro solare di riferimento di AM=1,5 e temperatura delle celle di 25°C.

- **Convertitore statico c.c./c.a.:** apparecchiatura che rende possibile la conversione ed il trasferimento della potenza da una rete in corrente continua alla rete in corrente alternata. E' denominato pure invertitore statico (inverter).

- **Impianto fotovoltaico connesso alla rete:** sistema di produzione dell'energia elettrica costituito da un insieme di componenti ed apparecchiature destinate a convertire l'energia contenuta nella radiazione solare in energia elettrica da consegnare alla rete di distribuzione in corrente alternata monofase o trifase.

I componenti fondamentali dell'impianto sono:

- il generatore fotovoltaico vero e proprio, costituito dal campo fotovoltaico;

- il Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS).

- **Modulo fotovoltaico:** insieme di celle fotovoltaiche, connesse elettricamente e sigillate meccanicamente dal costruttore in un'unica struttura (tipo piatto piano), o ricevitore ed ottica (tipo a concentrazione). Costituisce l'unità minima singolarmente maneggiabile e rimpiazzabile.

- **Potenza di picco:** è la potenza espressa in Wp (watt di picco), erogata nel punto di massima potenza nelle condizioni standard dal componente o sottosistema fotovoltaico.

- **Quadro di campo:** o anche di parallelo stringhe, è un quadro elettrico in cui sono convogliate le terminazioni di più stringhe per il loro collegamento in parallelo. In esso vengono installati anche dispositivi di sezionamento e protezione.

- **Quadro di consegna:** o anche d'interfaccia è un quadro elettrico in cui viene effettuato il collegamento elettrico del gruppo di conversione statica in parallelo alla rete elettrica in bassa tensione. Esso contiene apparecchiature per sezionamento, interruzione, protezione e misura.

- **Rete pubblica in bassa tensione (BT):** rete di distribuzione dedicata alla distribuzione pubblica in corrente alternata, di tipo monofase o trifase, con tensione nominale da oltre 50 V fino a 1000 V.

- **Sistema di Condizionamento della Potenza (PCS):** è costituito da un componente principale, il convertitore statico c.c./c.a. (inverter), e da un insieme di apparecchiature di comando, misura, controllo e protezione affinché l'energia venga trasferita alla rete con i necessari requisiti di qualità ed in condizioni di sicurezza sia per gli impianti che per le persone.

- **Società Elettrica:** soggetto titolare della gestione ed esercizio della rete BT di distribuzione dell'energia elettrica agli utenti.

- **Stringa:** un insieme di moduli connessi elettricamente in serie per raggiungere la tensione di utilizzo idonea per il sistema di condizionamento della potenza (PCS). I moduli a costituire la stringa possono far parte di diverse schiere.

- **Utente:** persona fisica o giuridica che usufruisce del servizio di fornitura dell'energia elettrica. Tale servizio è regolato da un contratto di fornitura stipulato con la Società elettrica.

ALLEGATO II

Normative principali di riferimento

- 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 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- 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 61646 (82-12): "Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di 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;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della documentazione come per la legge n. 46/1990;
- 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;
- IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings - Part 7-712: Requirements for special installations or locations Solar photovoltaic (PV) power supply systems.

Qualora le sopra elencate norme tecniche siano modificate o aggiornate, si applicano le norme piu' recenti.

Si applicano inoltre, per quanto compatibili con le norme sopra elencate, i documenti tecnici emanati dalle societa' di distribuzione di energia elettrica riportanti disposizioni applicative per la connessione di impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica.