



UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PALERMO

AREA TECNICA E PATRIMONIO IMMOBILIARE

PROGETTO PER L'INSTALLAZIONE DI PANNELLI FOTOVOLTAICI SULLE COPERTURE DI ALCUNI EDIFICI DI PARCO D'ORLEANS - LOTTO 2



1. RELAZIONE GENERALE

PROGETTAZIONE
IL PROGETTISTA
Ing. Dario La Torre

COLLABORATORE ESTERNO
ALLA PROGETTAZIONE
Ing. Gabriele Pecoraro

IL RESPONSABILE DEL
PROCEDIMENTO
Arch. Fausto Ala

IL DIRETTORE DEI LAVORI
Ing. Dario La Torre

IL RETTORE
Prof. Massimo Midiri

IL DIRIGENTE
Ing. Antonio Sorce

Elab. n. 1

PROGETTO

Relazione

Scala: /

DATA: Giugno 2022

REV.: 00



Sommario

1. Premessa	2
2. Definizioni.....	2
3. Riferimenti normativi.....	3
4. Caratteristiche generali degli impianti.....	5
5. Descrizione degli impianti.....	7
6. Calcolo Energia Producibile Annua	10
7. Sistema del montaggio a tetto	13
8. Moduli Fotovoltaici.....	14
9. Sistema di conversione cc/ca (inverter)	15
10. Cablaggi	16
11. Quadro di parallelo stringhe	17
12. Quadro di parallelo inverter	18
13. Misura dell'energia prodotta e collegamento alla rete elettrica nazionale	18



1. Premessa

La presente relazione ha lo scopo di descrivere i criteri d relativi al secondo lotto di progettazione esecutiva di una serie di impianti fotovoltaici da realizzare all'intero della Cittadella Universitaria di Parco d'Orleans a Palermo.

Lo scopo del progetto è finalizzato al risparmio energetico ed al miglioramento della gestione energetica di alcuni Dipartimenti e Facoltà, presenti all'interno del polo universitario.

Al fine di diminuire il fabbisogno energetico, è stato pertanto ipotizzato, di installare una serie di impianti fotovoltaici, di varie potenze, sfruttando tutti gli spazi a disposizione compatibili con le caratteristiche necessarie per il soleggiamento.

Questi saranno collegati in parte in Media Tensione ed in parte in Bassa Tensione a secondo del tipo di alimentazione a servizio dell'utenza elettrica dell'edificio a cui afferiranno.

2. Definizioni

Un impianto fotovoltaico è un sistema di produzione di energia elettrica mediante la conversione diretta della luce, cioè della radiazione solare, in elettricità (effetto fotovoltaico); esso è costituito dal generatore fotovoltaico e dal gruppo di conversione.

Un sistema fotovoltaico, quindi è in grado di trasformare, direttamente ed istantaneamente, l'energia solare in energia elettrica senza l'uso di alcun combustibile.

Esso sfrutta il cosiddetto effetto fotovoltaico, cioè la capacità che hanno alcuni materiali semi-conduttori, opportunamente trattati, di generare elettricità se esposti alla radiazione luminosa.



- il generatore fotovoltaico dell'impianto è l'insieme dei moduli fotovoltaici, collegati in serie/parallelo per ottenere la tensione/corrente desiderata;
- la potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) del generatore fotovoltaico è la potenza determinata dalla somma delle singole potenze nominali (o massime, o di picco, o di targa) di ciascun modulo costituente il generatore fotovoltaico, misurate nelle condizioni standard di riferimento;
- il gruppo di conversione è l'apparecchiatura elettrica/elettronica che converte la corrente continua (fornita dal generatore fotovoltaico) in corrente alternata per la connessione in rete;
- il distributore è il soggetto che presta il servizio di distribuzione e vendita dell'energia elettrica agli utenti;
- l'utente è la persona fisica o giuridica titolare di un contratto di fornitura dell'energia elettrica.

3. Riferimenti normativi

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

- CEI 0-2: "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- 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 60445: "Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità di conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico";

3



- 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 60891 (82-5): "Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento";
- CEI EN 60904-1: "Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione";
- CEI EN 60904-2: "Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle solari di riferimento";
- CEI EN 60904-3: "Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento";
- CEI EN 61173: "Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida";
- CEI EN 61215: "Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo";
- CEI EN 61345 (82-14): "Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)";
- CEI EN 61701 (82-18): "Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)";
- CEI EN 61724 (82-15): "Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati";
- CEI EN 61727: "Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete";
- CEI EN 61730-1 (82-27): Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione;
- CEI EN 61730-2 : Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove;

- CEI EN 61829 (82-16): “Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V”;
- CEI EN 62093: Componenti di sistema fotovoltaici – moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- CEI EN 60439-1: “Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”;
- CEI EN 60439-3: “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD”;
- CEI 81-10: “Protezione contro i fulmini”;
- D.M. 22-1-2008 n. 37: “Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici”.

4. Caratteristiche generali degli impianti

La taglia degli impianti fotovoltaici e di conseguenza la loro potenza è stata scelta in relazione alle esigenze dell'utenza, in base ai consumi elettrici dell'utenza stessa e alle condizioni di irraggiamento solare del luogo di installazione dell'impianto, nonché alla disponibilità della superficie per l'installazione.

In particolar modo l'intervento riguarda i seguenti edifici:

- Presidenza di Ingegneria: Edificio 7A;
- Biblioteca Dipartimento di Ingegneria: Edificio 7B;
- Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni: Edifici 8.2-8.3-8.4;



- Dipartimento di Ingegneria Idraulica: Edificio 8.5;
- Dipartimento di Ingegneria delle Infrastrutture: Edificio 8.6;
- Dipartimento di Ingegneria Aeronautica: Edificio 8.7;
- Dipartimento di Ingegneria Tecnologica: Edificio 8.8-8.9;
- Dipartimento di Ingegneria Meccanica: Edifici 8.10-8.11.

Ogni impianto sarà dotato di un sistema di acquisizione e visualizzazione dati, in grado di collegarsi ad una rete di monitoraggio ed sarà costituito dai seguenti componenti :

- generatore fotovoltaico, che provvede alla trasformazione dell'energia solare in energia elettrica;
- convertitore CC/CA, che provvede alla conversione dell'energia elettrica in corrente continua prodotta dal generatore fotovoltaico in corrente alternata richiesta per l'interfacciamento alla rete elettrica;
- quadro di stringa e protezione extra tensioni, che provvede all'interfacciamento dell'impianto fotovoltaico al convertitore;
- quadro di parallelo delle stringhe;
- struttura di supporto moduli, che provvede al fissaggio ed al posizionamento dell'intero generatore fotovoltaico;
- kit di collegamento con canaline, morsetti, staffe e materiali di fissaggio;
- realizzazione collegamento di terra;
- sistema di monitoraggio.

Il presente progetto tiene conto di non alterare architettonicamente il fronte degli edifici e non creare alcun impatto con l'ambiente circostante.

Ogni sito ospiterà quindi in copertura i moduli fotovoltaici, ognuno di questi impianti ha una capacità di produzione in funzione dell'estensione della superficie libera a disposizione e in relazione della sostenibilità economica dell'intervento.

I generatori fotovoltaici sono dimensionati in modo da coprire, con i moduli fotovoltaici, parte della superficie individuata per l'installazione, in congruenza con i requisiti strutturali,



funzionali ed architettonici richiesti dall'installazione stessa e con i parametri elettrici definiti.

Le coordinate geografiche del luogo di installazione sono:

- Latitudine: 38° 11'67 N
- Longitudine: 13° 36'19 E
- Altitudine: 14 slm.

5. Descrizione degli impianti

Gli impianti fotovoltaici sono destinati a produrre energia elettrica in bassa tensione ed in corrente alternata. In base al tipo di connessione alla rete di distribuzione essi saranno allacciati alla rete BT.

La parte in c.c. sarà gestita come sistema IT.

Di seguito la configurazione di ogni impianto:

Presidenza di Ingegneria: Edificio 7A

La potenza nominale di picco di progetto del generatore fotovoltaico è pari a **43,5 kW_p** e sulla base di tale potenza è dimensionato tutto il sistema. Il numero complessivo di moduli, del tipo in silicio cristallino di potenza nominale pari a 500 Wp, è pari a 87; essi saranno collegati elettricamente in serie a gruppi di 14 e 15 (stringa), per un totale di 16 stringhe.

Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in 2 sottocampi così distribuiti:

- Sottocampo 1: 3 stringhe, 42 moduli, potenza 21 kWp;
- Sottocampo 2: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp.

I sottocampi fanno capo ad altrettanti inverter, del medesimo tipo e di potenza nominale di uscita pari a 20 kW.

Biblioteca Dipartimento di Ingegneria: Edificio 7B

La potenza nominale di picco di progetto del generatore fotovoltaico è pari a **67,5 kW_p** e sulla base di tale potenza è dimensionato tutto il sistema. Il numero complessivo di moduli, del tipo in silicio cristallino di potenza nominale pari a 500 Wp, è pari a 135; essi saranno collegati elettricamente in serie a gruppi di 15 (stringa), per un totale di 9 stringhe.

Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in 3 sottocampi così distribuiti:

- Sottocampo 1: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp;
- Sottocampo 2: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp;
- Sottocampo 3: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp.

I sottocampi fanno capo ad altrettanti inverter, del medesimo tipo e di potenza nominale di uscita pari a 20 kW.

Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni: Edifici 8.2-8.3-8.4

La potenza nominale di picco di progetto del generatore fotovoltaico è pari a **139,5 kW_p** e sulla base di tale potenza è dimensionato tutto il sistema. Il numero complessivo di moduli, del tipo in silicio cristallino di potenza nominale pari a 500 Wp, è pari a 279; essi saranno collegati elettricamente per un totale di 19 stringhe.

Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in 7 sottocampi così distribuiti:

- Sottocampo 1: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp;
- Sottocampo 2: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp;
- Sottocampo 3: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp.
- Sottocampo 4: 2 stringhe, 40 moduli, potenza 20 kWp;
- Sottocampo 5: 3 stringhe, 42 moduli, potenza 21 kWp;
- Sottocampo 6: 3 stringhe, 42 moduli, potenza 21 kWp;
- Sottocampo 7: 2 stringhe, 20 moduli, potenza 10 kWp;

I sottocampi fanno capo ad altrettanti inverter, del medesimo tipo e di potenza nominale di uscita pari a 20 kW, tranne per il sottocampo 7 che sarà collegato ad un inverter da 10 kW.



Ingegneria Idraulica/Infrastrutture/Aeronautica Edifici 8.5-8.6-8.7

La potenza nominale di picco di progetto del generatore fotovoltaico è pari a **156 kW_p** e sulla base di tale potenza è dimensionato tutto il sistema. Il numero complessivo di moduli, del tipo in silicio cristallino di potenza nominale pari a 500 Wp, è pari a 312; essi saranno collegati elettricamente in serie a gruppi di 14 e 10 (stringa), per un totale di 24 stringhe.

Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in 9 sottocampi così distribuiti:

- Sottocampo 1: 3 stringhe, 42 moduli, potenza 21 kWp;
- Sottocampo 2: 3 stringhe, 42 moduli, potenza 21 kWp;
- Sottocampo 3: 3 stringhe, 42 moduli, potenza 21 kWp;
- Sottocampo 4: 3 stringhe, 42 moduli, potenza 21 kWp;
- Sottocampo 5: 3 stringhe, 42 moduli, potenza 21 kWp;
- Sottocampo 6: 3 stringhe, 42 moduli, potenza 21 kWp;
- Sottocampo 7: 2 stringhe, 20 moduli, potenza 10 kWp;
- Sottocampo 8: 2 stringhe, 20 moduli, potenza 10 kWp;
- Sottocampo 9: 2 stringhe, 20 moduli, potenza 10 kWp;

I sottocampi fanno capo ad altrettanti inverter, del medesimo tipo e di potenza nominale di uscita pari a 20 kW, tranne per i sottocampi 7, 8 e 9 che saranno da 10 kW.

Dipartimento di Ingegneria Tecnologica: Edificio 8.8-8.9

La potenza nominale di picco di progetto del generatore fotovoltaico è pari a **67,5 kW_p** e sulla base di tale potenza è dimensionato tutto il sistema. Il numero complessivo di moduli, del tipo in silicio cristallino di potenza nominale pari a 500 Wp, è pari a 135; essi saranno collegati elettricamente in serie a gruppi da 15 (stringa), per un totale di 9 stringhe.

Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in 3 sottocampi così distribuiti:

- Sottocampo 1: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp;
- Sottocampo 2: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp;

- Sottocampo 3: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp.

I sottocampi fanno capo ad altrettanti inverter, del medesimo tipo e di potenza nominale di uscita pari a 20 kW.

Dipartimento di Ingegneria Meccanica: Edifici 8.10-8.11

La potenza nominale di picco di progetto del generatore fotovoltaico è pari a **85 kW_p** e sulla base di tale potenza è dimensionato tutto il sistema. Il numero complessivo di moduli, del tipo in silicio cristallino di potenza nominale pari a 500 Wp, è pari a 170; essi saranno collegati elettricamente in serie a gruppi di 20 e 15 (stringa), per un totale di 10 stringhe.

Il generatore fotovoltaico sarà suddiviso in 4 sottocampi così distribuiti:

- Sottocampo 1: 2 stringhe, 40 moduli, potenza 20 kWp;
- Sottocampo 2: 2 stringhe, 40 moduli, potenza 20 kWp;
- Sottocampo 3: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp;
- Sottocampo 4: 3 stringhe, 45 moduli, potenza 22,5 kWp;

I sottocampi fanno capo ad altrettanti inverter, del medesimo tipo e di potenza nominale di uscita pari a 20 kW.

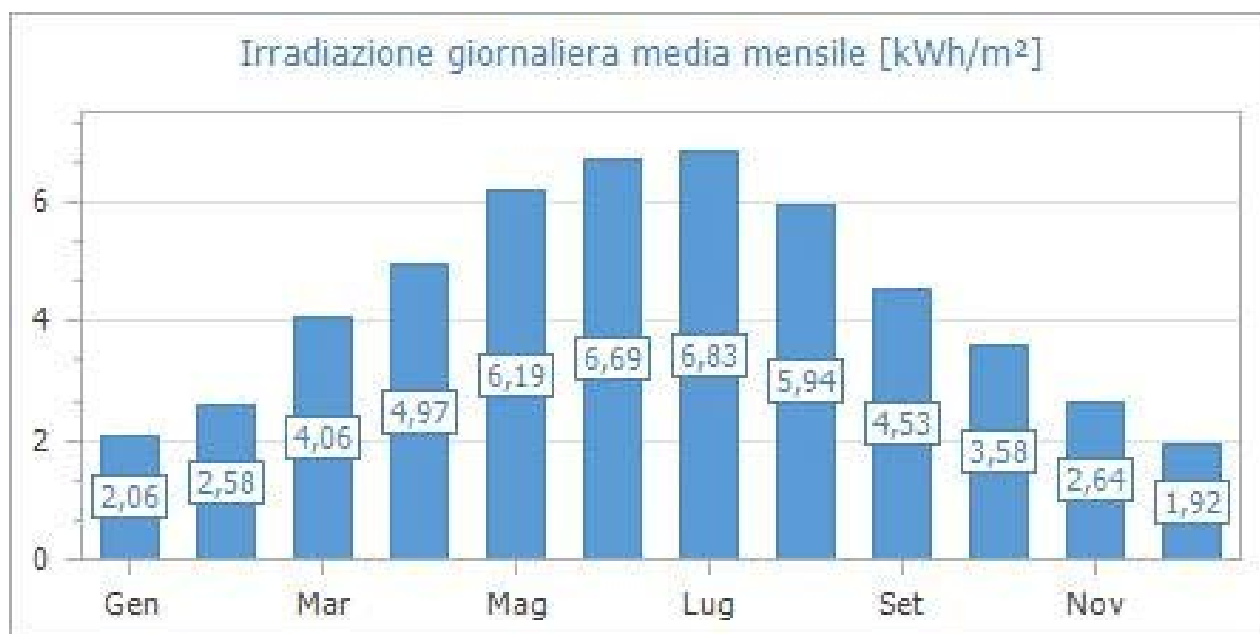
6. Calcolo Energia Producibile Annua

La disponibilità della fonte solare per il sito di installazione è verificata utilizzando i dati “UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione: Palermo” relativi a valori giornalieri medi mensili della irradiazione solare sul piano orizzontale.

Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Palermo i valori giornalieri medi mensili dell'irradiazione solare sul piano orizzontale stimati sono pari a:

Irradiazione giornaliera media mensile sul piano orizzontale [kWh/m²]

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
2,06	2,58	4,06	4,97	6,19	6,69	6,83	5,94	4,53	3,58	2,64	1,92



Quindi, i valori della irradiazione solare annua sul piano orizzontale sono pari a **1.585,12 kWh/m²** (dati UNI 10349:2016 - Stazione di rilevazione di Palermo).

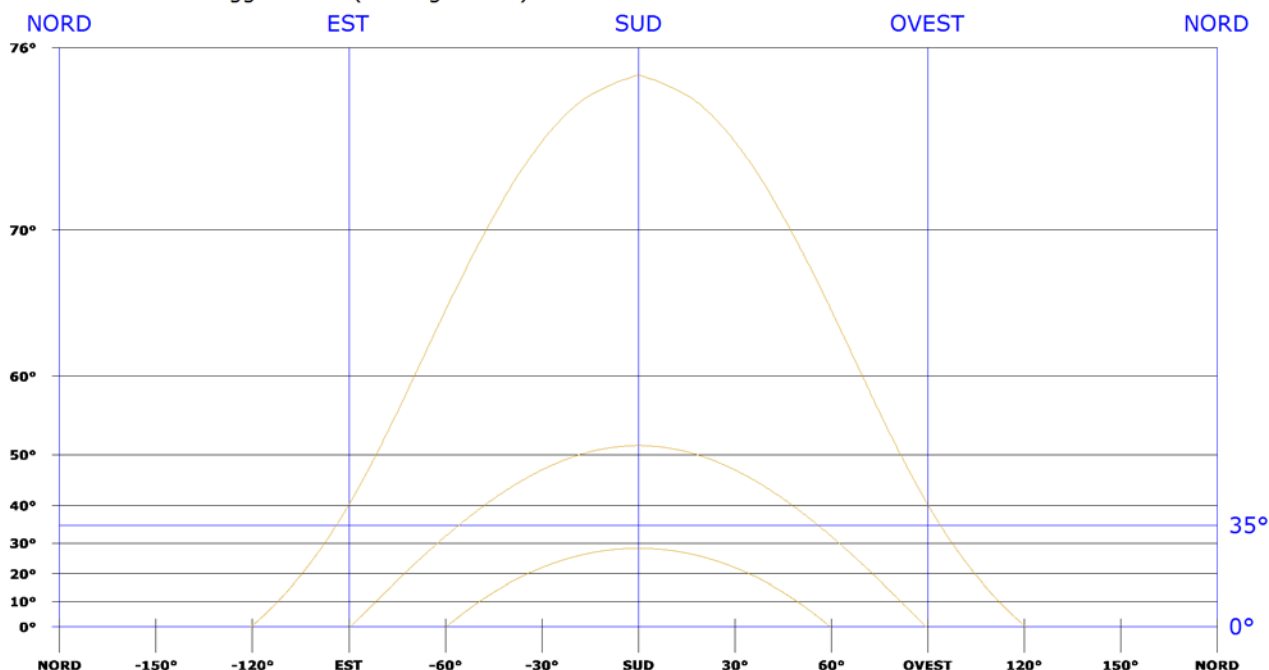
Gli effetti di schermatura da parte di volumi all'orizzonte, dovuti ad elementi naturali (rilievi, alberi) o artificiali (edifici), determinano la riduzione degli apporti solari e il tempo di ritorno dell'investimento.

Nel caso specifico la posizione dei generatori solari è stata prevista in modo da ottenere un Coefficiente di Ombreggiamento pari a 1,00, quindi senza schermature.

DIAGRAMMA SOLARE

PALERMO (PA) - Lat. 38°.1167 N - Long. 13°.3619 E - Alt. 14 m

Coeff. di ombreggiamento (da diagramma) 1.00



Per tener conto dell'incremento di radiazione dovuta alla riflettanza delle superfici della zona in cui è inserito l'impianto, si sono stimati i valori medi mensili di albedo, considerando anche i valori presenti nella norma UNI/TR 11328-1:

Valori di riflettanza media mensile

Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20

L'albedo medio annuo è pari a **0,20**.

Il quantitativo ideale di energia ottenibile dal generatore fotovoltaico è pari al prodotto tra la radiazione disponibile per unità di superficie, la superficie del generatore stesso ed il rendimento dei moduli η .

Si avrà pertanto:



Luogo installazione	Produzione annua kWh
Presidenza di Ingegneria: Edificio 7A	56.983
Biblioteca Dipartimento di Ingegneria: Edificio 7B	88.419
Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni: Edifici 8.2-8.3-8.4	182.734
Ingegneria Idraulica-Infrastrutture- Aeronautica: Edifici 8.5-8.6-8.7	204.347
Dipartimento di Ingegneria Tecnologica: Edificio 8.8-8.9	88.419
Dipartimento di Ingegneria Meccanica: Edifici 8.10-8.11	111.342

I benefici ambientali ottenibili dall'adozione di sistemi fotovoltaici sono proporzionali alla quantità di energia prodotta, supponendo che questa vada a sostituire dell'energia altrimenti fornita da fonti convenzionali.

Per produrre un kWh elettrico vengono bruciati mediamente l'equivalente di 2,56 kWh sotto forma di combustibili fossili e di conseguenza emessi nell'aria circa 0,53 kg di CO₂: ogni kWh prodotto dal sistema FV evita l'emissione di questa quota di anidride carbonica. Il calcolo delle emissioni di CO₂ evitate durante il primo anno di vita dell'impianto è pari a circa 2.132 ton CO₂/anno.

7. Sistema del montaggio a tetto

I moduli, incorniciati con profili in alluminio anodizzato, saranno fissate alle coperture a mezzo di robusti supporti triangolari in alluminio/acciaio, che garantiranno un'inclinazione di 30° e saranno ancorati a delle zavorre realizzate in cemento fibro-rinforzato in



polipropilene, che ne conserva l'integrità nel tempo. La particolare sagomatura delle supporti ne permette la posa mantenendo intatta la impermeabilità della copertura. Il fissaggio dei moduli fotovoltaici ai profilati avviene dall'alto a mezzo di opportuni morsetti.

8. Moduli Fotovoltaici

I moduli fotovoltaici avranno 408 celle realizzati con in silicio monocristallino con tecnologia PERC collegate 34x12. Le caratteristiche elettriche tipiche dei moduli, misurate in condizioni standard devono essere pari a quelle dei migliori moduli in silicio di tipo commerciale.

A titolo indicativo, nella stesura della presente specifica tecnica, sono stati considerati moduli al silicio monocristallino da 500 Wp. Tale criterio è stato utilizzato per avere delle indicazioni sia per l'inserimento architettonico del generatore fotovoltaico che per il dimensionamento elettrico.

Le caratteristiche elettriche tipiche dei moduli, misurate in condizioni standard (STC) (AM=1,5; E=1000 W/m²; T=25 °C) sono:

– Potenza nominale (Wp)	500
– Tolleranza (%)	-0/+5
– Tensione Vmpp (V)	39
– Corrente Imp (A)	12,82
– Tensione a circuito aperto (V)	46,8
– Corrente di corto circuito (A)	13,4
– Lunghezza (mm)	2056
– Larghezza (mm)	1140
– Spessore (mm)	35
– Classe di isolamento	II



– Peso (kg)	25
– NOCT (°C)	42,3
– Tensione massima di esercizio [V]	1000

In ogni caso le grandezze elettriche devono essere compatibili con il gruppo di conversione e la potenza complessiva del generatore fotovoltaico, potenza nominale in condizioni standard, intesa come somma delle potenze nominali dei singoli moduli che dovranno costituire la parte di generatore fotovoltaico per l'immissione in rete.

I singoli moduli fotovoltaici sono provvisti di idonei diodi con funzioni di by-pass.

9. Sistema di conversione cc/ca (inverter)

La produzione energetica del campo fotovoltaico è gestita in fase di conversione cc/ca da inverter da 10 e 20 kW. Gli inverter, del tipo cosiddetto di stringa, adatti per posa all'esterno e grado di protezione ambientale IP66, caratterizzati da elevato valore del rapporto potenza/volume, saranno posizionati in modo idoneo ad assicurare il miglior funzionamento relativo all'accoppiamento inverter stringa e realizzeranno il parallelo delle stringhe dei sottocampi. Essi saranno dotati di 2 MPPT con n. 2 ingressi ciascuno.

Le caratteristiche degli inverter, lato generatore fotovoltaico, saranno adeguate a sostenere la tensione e la corrente del campo, in tutte le condizioni di irraggiamento e temperatura previste per il sito d'installazione. La gestione del generatore fotovoltaico è completamente automatizzata con inserimento per irraggiamento superiore ad una soglia impostata e blocco in caso di insolazione insufficiente e caratteristiche della rete locale fuori specifica.

Ogni inverter dovrà rispondere inoltre ai seguenti requisiti:



- Protezioni per distaccare la rete nel caso di valori fuori soglia di tensione e frequenza della rete e in conformità alle prescrizioni delle norme CEI vigenti;
- Dispositivi di sezionamento e protezioni contro le sovratensioni;
- Conformità marchio CE,
- 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.

10. Cablaggi

I cavi saranno dimensionati e sistemati in modo da semplificare e ridurre al minimo le operazioni di posa in opera e con particolare riguardo al contenimento delle cadute di tensione

I cavi devono soddisfare i seguenti requisiti:

- tipo autoestinguenti e non propagante l'incendio;
- cavi del tipo unipolare per i circuiti di potenza;
- estremità stagnate oppure terminate con idonei capicorda.

La caduta di tensione totale, valutata dal modulo fotovoltaico più lontano fino all'ingresso cc del gruppo di conversione deve essere mantenuta entro il 2% e comunque tale da garantire la potenza in uscita. Le sezioni vanno scelte in modo da contenere le perdite nei limiti di cui alle prove di accettazione.

Il cablaggio dei moduli fotovoltaici deve essere realizzato a norma.

I cavi tra i moduli, a formare le stringhe, devono essere posati e opportunamente fissati alla struttura tramite fascette, e comunque canalizzati in modo da essere a vista.

Anche i connettori ad innesto rapido ed i diodi di by-pass dei moduli devono essere sistemati a scomparsa, in appositi vani e/o cassette.

I cavi condotti ai gruppi di conversione devono essere posati in tubo/canalina. I tubi devono essere in materiale plastico autoestinguente del tipo flessibile o rigido con livello di protezione IP 55. L'eventuale posa a terra deve essere adeguatamente protetta.

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

In particolare per il collegamento tra la stringa e il quadro di parallelo stringhe, posto subito a monte dell'inverter, saranno utilizzati cavi tipo H1Z2Z2-K o equivalenti con sezione pari a 6 mm².

Per tutti i rimanenti collegamenti verrà utilizzato cavo tipo FG16R16.

11. Quadro di parallelo stringhe

I dispositivi di comando, sezionamento e protezione delle stringhe saranno installati in un quadro elettrico posto sotto le strutture porta modulo.

Verrà utilizzato un quadretto elettrico, in materiale plastico.

All'interno del quadro verranno installati:

- un interruttore di manovra-sezionatore quadripolare di tipo modulare, conforme alla norma EN 60947-3 (CEI 11-1), idoneo per la corrente continua;
- fusibili di protezione per ciascuna coppia di ingressi con fusibili da 900 Vdc sul polo positivo e negativo;



- scaricatore contro le sovratensioni monitorato, dotato di protezione contro le sovracorrenti e dotato di cartucce removibili.

12. Quadro di parallelo inverter

Gli inverter a servizio dello stesso impianto saranno collegati in parallelo a mezzo di un quadro, dotato di dispositivi di protezione per ogni singolo arrivo. A monte di questi vi sarà un dispositivo generale che funzionerà da DDG ed avrà anche funzione di DDI.

13. Misura dell'energia prodotta e collegamento alla rete elettrica nazionale

Il gruppo di misura dell'energia prodotta verrà installato dal Distributore nelle immediate vicinanze del quadro di parallelo inverter.

Il collegamento tra inverter e gruppo di misura sarà in cavo tipo FG16R16 0,6/1 kV, posato in tubo protettivo.

Immediatamente a valle del gruppo di misura dell'energia prodotta verrà effettuato il collegamento a mezzo di cavo tipo FG16R16 al quadro generale dell'edificio e da questo si effettuerà il parallelo con la rete pubblica in BT.