

PROGETTO DEFINITIVO

PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DI POTENZA NOMINALE PARI A 20 kW DENOMINATO

Fotovoltaico Scuola Materna

SITO NEL COMUNE DI
25033 Cologne (BS)
via Paolo VI°, 28

COMMITTENTE:

Comune di COLOGNE
piazza Garibaldi, 31 - Brescia

DATA

07/04/2022

IL TECNICO

Per.Ind.Vincenzo Moreni



SOMMARIO

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO	2
SITO DI INSTALLAZIONE	3
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	3
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	4
EMISSIONI	4
RADIAZIONE SOLARE	4
ESPOSIZIONI.....	5
Generatore	13
GRUPPO DI CONVERSIONE	14
DIMENSIONAMENTO	15
Cavi elettrici e cablaggi	17
Quadri elettrici	17
VERIFICHE	18
PLANIMETRIA DEL GENERATORE	18
SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO.....	18
RIFERIMENTI NORMATIVI	18
CONCLUSIONI.....	20

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO

Il presente progetto è relativo alla realizzazione di un impianto di produzione di energia elettrica tramite conversione fotovoltaica, avente una potenza nominale di 20 kW e potenza di picco di 25,41 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	Comune di COLOGNE
Indirizzo:	piazza Garibaldi, 31 – Cologne (BS)
Codice fiscale/Partita IVA:	00625410170
Telefono:	030 7058111
E-mail:	protocollo@comune.cologne.bs.it

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Fotovoltaico Scuola Materna presenta le seguenti caratteristiche: Fotovoltaico Scuola Materna.

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Cologne 25033 via Paolo VI°, 28
Latitudine:	045°34'57"N
Longitudine:	009°56'10"E
Altitudine:	187 m
Fonte dati climatici:	UNI 10349
Albedo:	0 %

DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

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.

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 medesima Guida CEI 82-25.

Non sarà ammesso il parallelo di stringhe non perfettamente identiche tra loro per esposizione, e/o marca, e/o modello, e/o numero dei moduli impiegati. Ciascun modulo, infine, sarà dotato di diodo di by-pass.

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

DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° 66 moduli fotovoltaici e da n° 1 inverter con tipo di realizzazione Incentivo 1 .

La potenza di picco è di 25,41 kWp per una produzione di 27.781,1 kWh annui distribuiti su una superficie di 111,54 m².

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

EMISSIONI

L'impianto riduce le emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	19,47 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	24,51 kg
Polveri:	0,87 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	14,49 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	0,85 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	0,16 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	6,95 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 Cologne.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	4,62	143,22
Febbraio	7,67	214,76
Marzo	12,89	399,59
Aprile	14,11	423,3
Maggio	16,38	507,78
Giugno	20,16	604,8
Luglio	18,99	588,69
Agosto	16,11	499,41
Settembre	12,63	378,9
Ottobre	5,94	184,14
Novembre	3,87	116,1
Dicembre	3,46	107,26

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	36,09	1118,804
Febbraio	58,166	1628,656
Marzo	90,543	2806,845
Aprile	92,062	2761,867
Maggio	103,108	3196,358
Giugno	125,432	3762,967
Luglio	118,789	3682,467
Agosto	103,167	3198,177
Settembre	84,105	2523,146
Ottobre	41,513	1286,907
Novembre	29,644	889,334
Dicembre	29,858	925,588

ESPOSIZIONI

L'impianto fotovoltaico è composto da 1 generatori distribuiti su 4 esposizioni come di seguito definite:

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Ombr.
Esposizione 1	complanare	Inclinazione fissa	25°	14°	0 %
Esposizione 2	complanare	Inclinazione fissa	-2°	13°	0 %
Esposizione 3	complanare	Inclinazione fissa	-18°	13°	0 %
Esposizione 4	complanare	Inclinazione fissa	-39°	12°	0 %

Esposizione 1

Esposizione 1 sarà esposta con un orientamento di 25,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 14,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 1 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

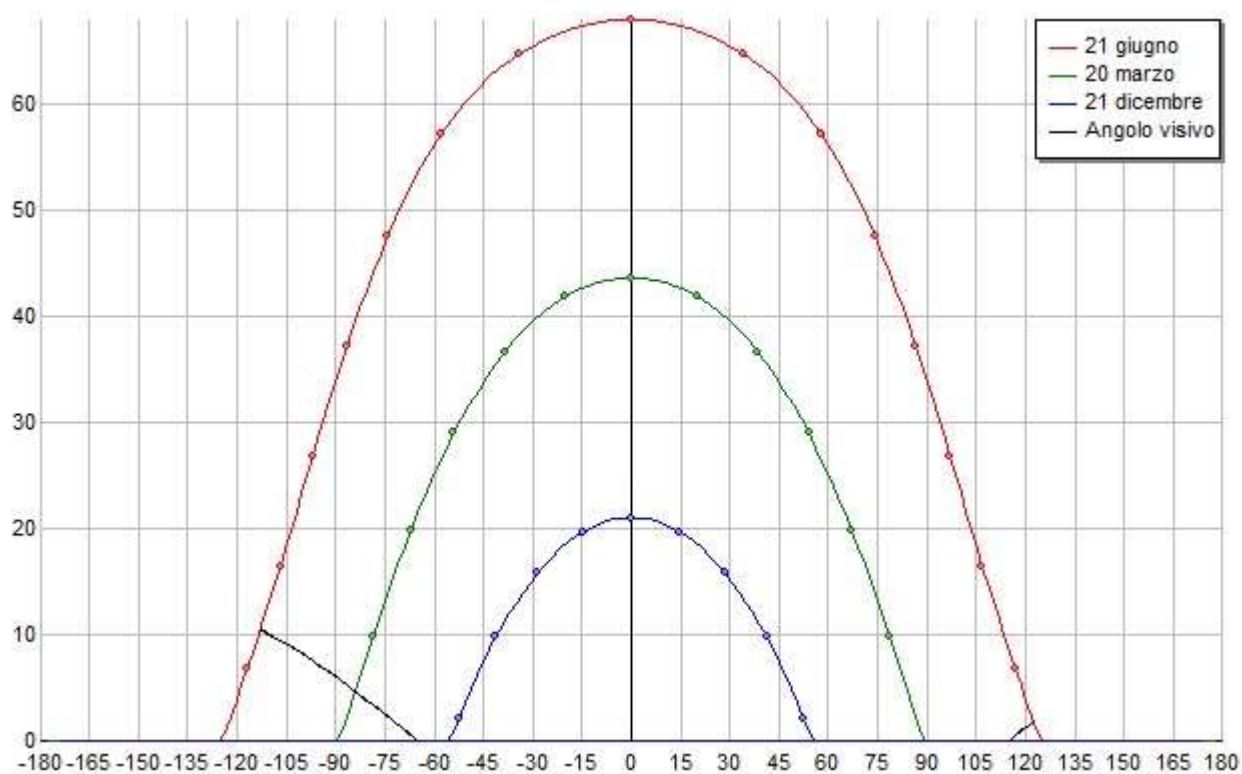


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

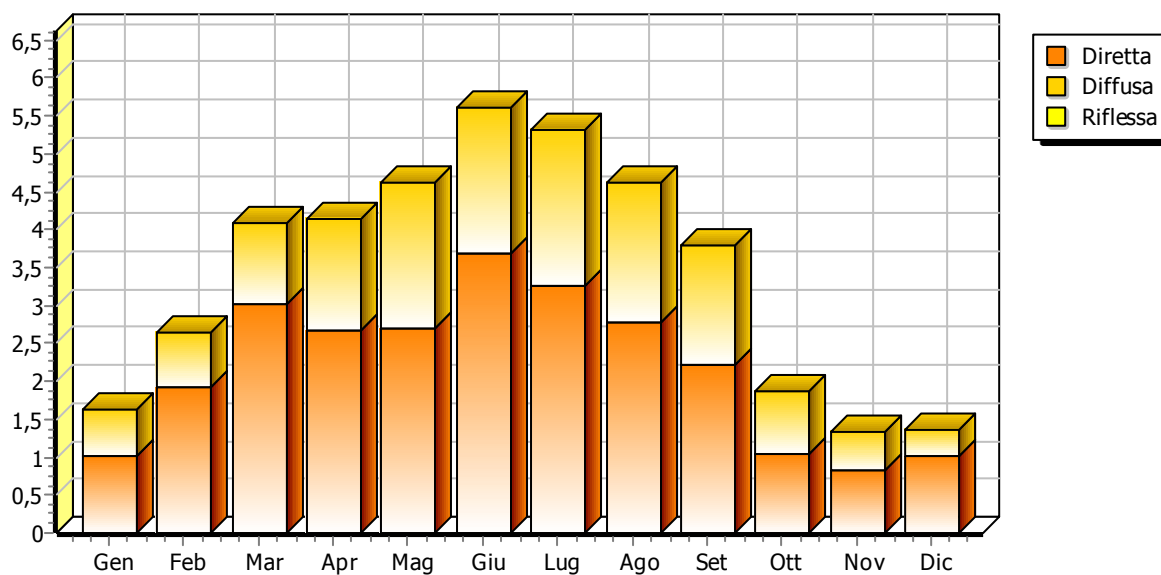


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

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	1,006	0,632	0	1,638	50,776
Febbraio	1,921	0,714	0	2,636	73,8
Marzo	3,028	1,059	0	4,087	126,705
Aprile	2,685	1,453	0	4,138	124,151
Maggio	2,702	1,921	0	4,623	143,309
Giugno	3,697	1,921	0	5,618	168,551
Luglio	3,254	2,069	0	5,323	165,018
Agosto	2,785	1,847	0	4,632	143,581
Settembre	2,226	1,56	0	3,785	113,561
Ottobre	1,036	0,837	0	1,873	58,074
Novembre	0,827	0,517	0	1,344	40,322
Dicembre	1,017	0,345	0	1,361	42,202

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato o alluminio con inclinazione di 14°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Esposizione 2

Esposizione 2 sarà esposta con un orientamento di -2,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 13,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 2 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

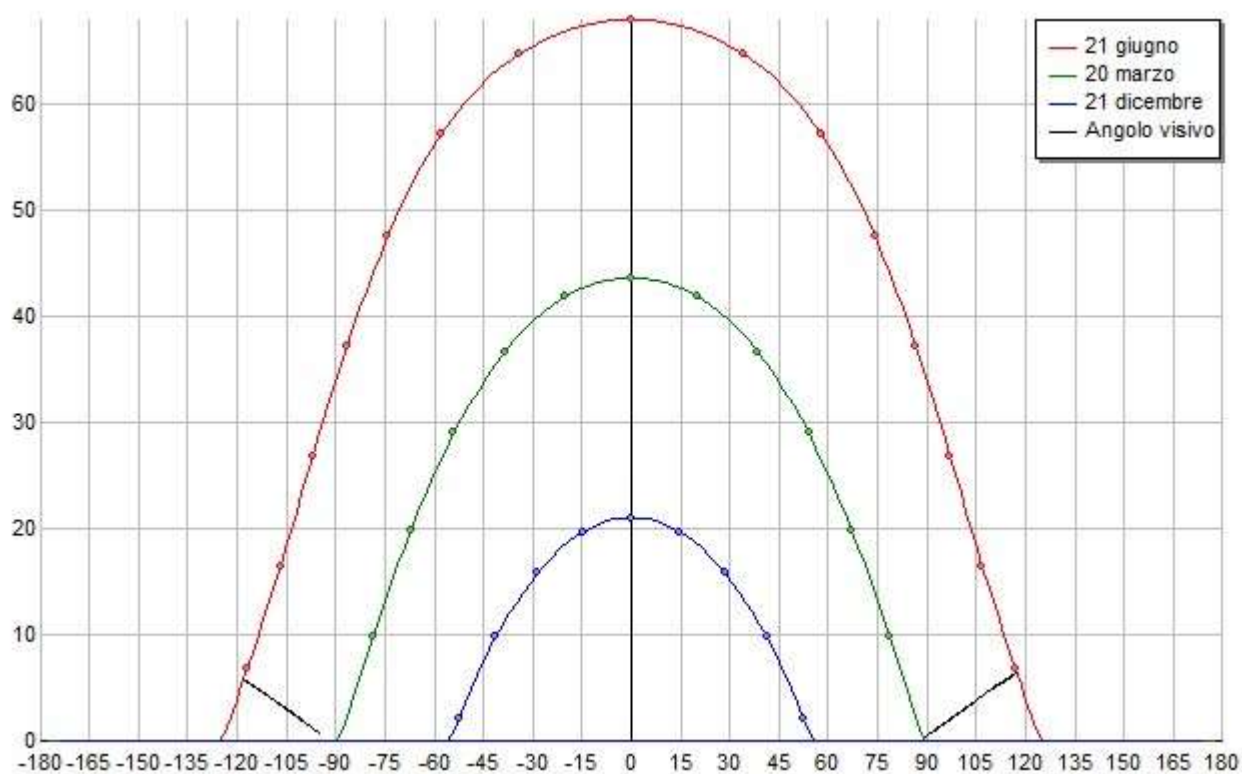


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

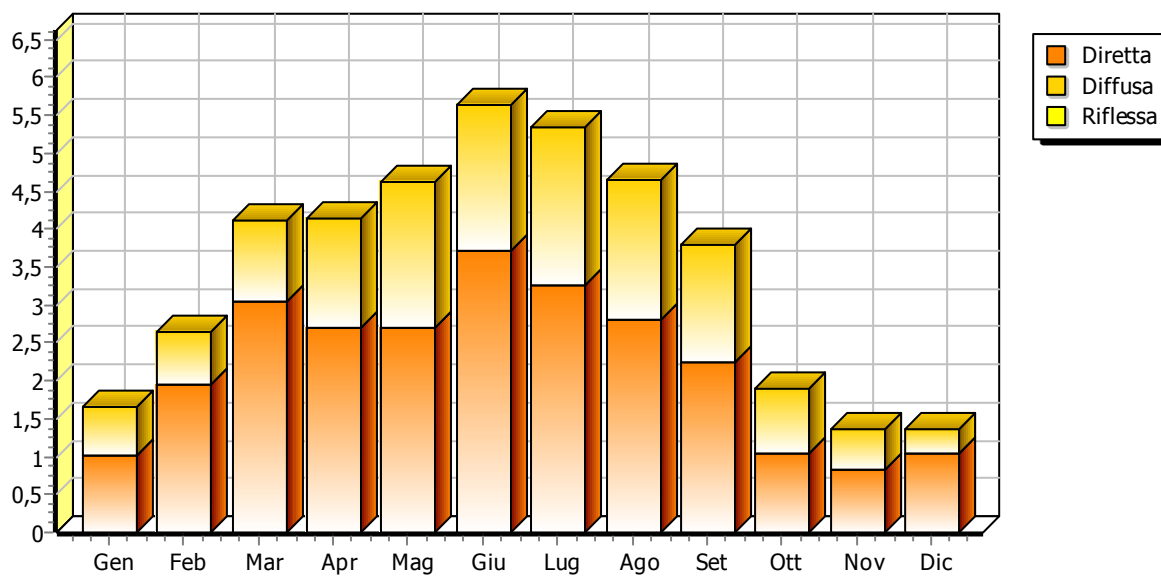


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

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	1,018	0,633	0	1,652	51,202
Febbraio	1,941	0,716	0	2,657	74,397
Marzo	3,049	1,061	0	4,11	127,419
Aprile	2,696	1,456	0	4,152	124,555
Maggio	2,709	1,925	0	4,634	143,668
Giugno	3,705	1,925	0	5,63	168,898
Luglio	3,262	2,073	0	5,335	165,395
Agosto	2,794	1,851	0	4,645	143,993
Settembre	2,239	1,563	0	3,802	114,055
Ottobre	1,046	0,839	0	1,885	58,431
Novembre	0,837	0,518	0	1,355	40,648
Dicembre	1,03	0,346	0	1,375	42,635

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato o alluminio con inclinazione di 13°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Esposizione 3

Esposizione 3 sarà esposta con un orientamento di -18,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 13,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 3 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

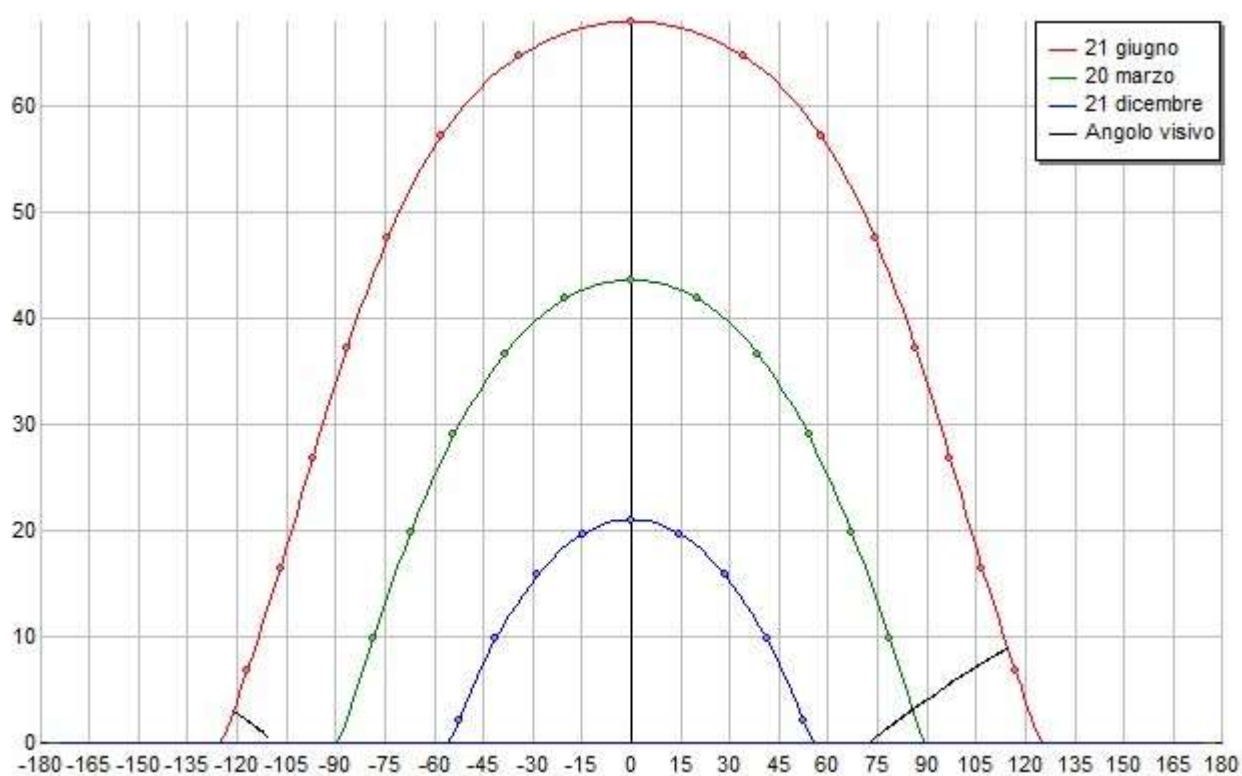


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

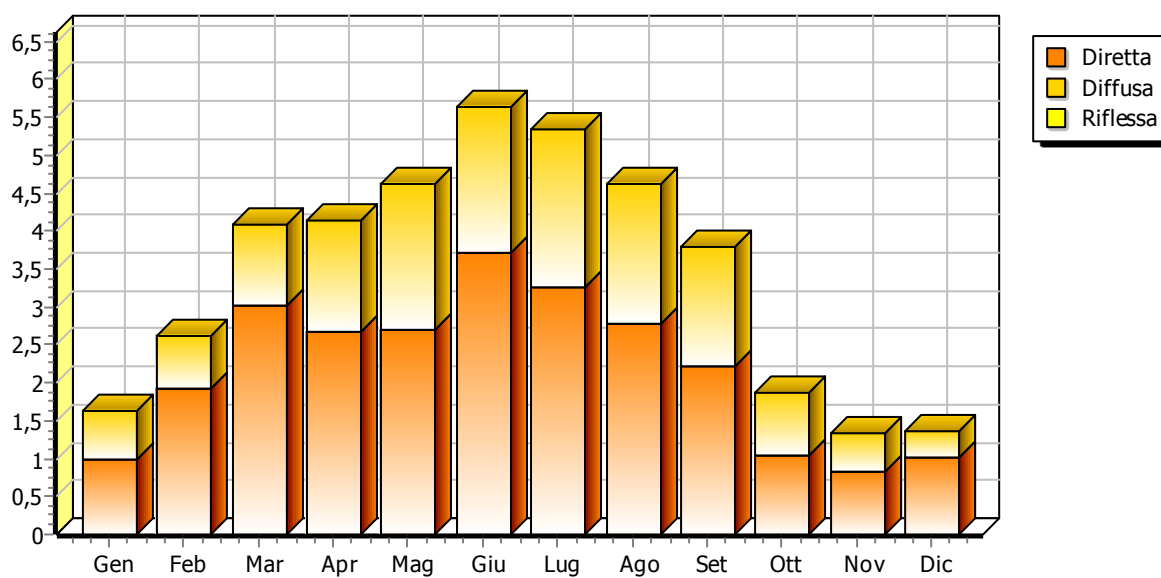


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

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	0,999	0,633	0	1,632	50,606
Febbraio	1,913	0,716	0	2,629	73,601
Marzo	3,02	1,061	0	4,081	126,526
Aprile	2,683	1,456	0	4,139	124,185
Maggio	2,704	1,925	0	4,629	143,506
Giugno	3,703	1,925	0	5,628	168,843
Luglio	3,258	2,073	0	5,332	165,279
Agosto	2,784	1,851	0	4,635	143,694
Settembre	2,222	1,563	0	3,785	113,55
Ottobre	1,032	0,839	0	1,871	58,012
Novembre	0,822	0,518	0	1,34	40,204
Dicembre	1,009	0,346	0	1,354	41,981

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato o alluminio con inclinazione di 13°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Esposizione 4

Esposizione 4 sarà esposta con un orientamento di -39,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 12,00° (tilt).

La produzione di energia dell'esposizione Esposizione 4 è condizionata da alcuni fattori di ombreggiamento che determinano una riduzione della radiazione solare nella misura del 0 %.

DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

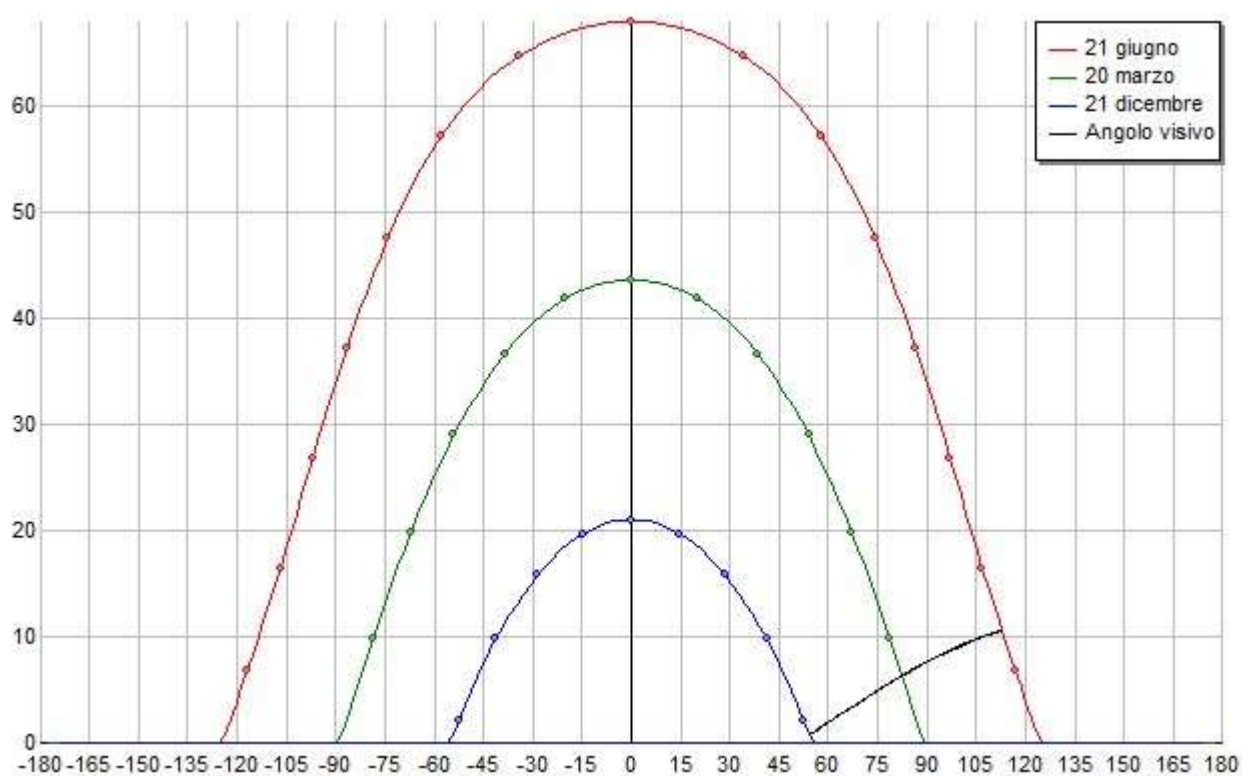


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

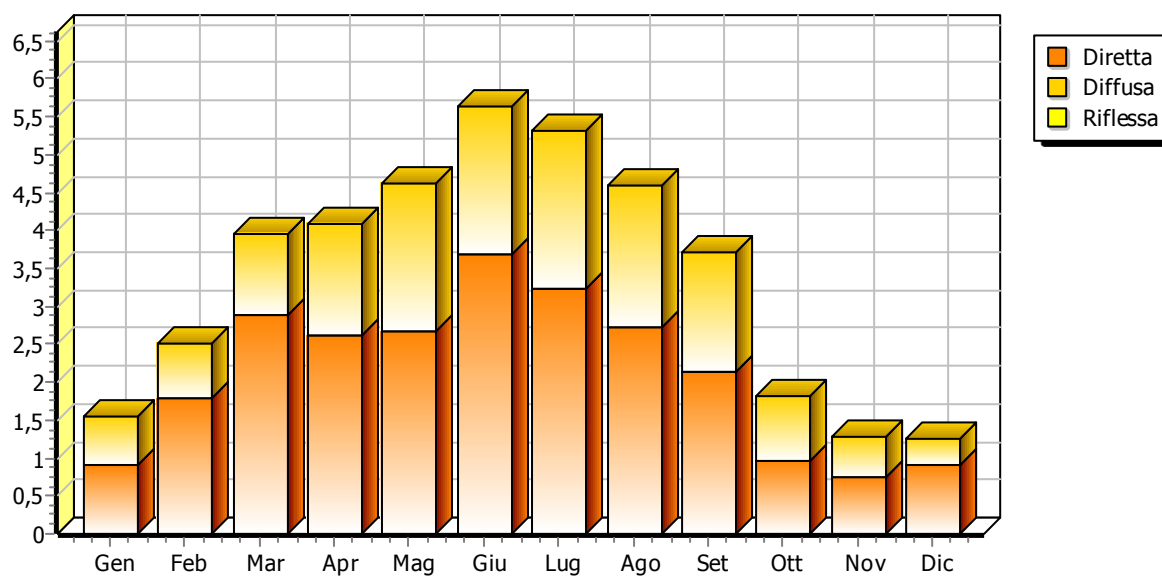


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

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	0,909	0,635	0	1,544	47,857
Febbraio	1,784	0,717	0	2,501	70,027
Marzo	2,889	1,063	0	3,952	122,509
Aprile	2,622	1,459	0	4,081	122,432
Maggio	2,681	1,929	0	4,61	142,903
Giugno	3,698	1,929	0	5,627	168,804
Luglio	3,243	2,077	0	5,32	164,93
Agosto	2,738	1,854	0	4,593	142,374
Settembre	2,143	1,566	0	3,709	111,271
Ottobre	0,971	0,841	0	1,812	56,173
Novembre	0,753	0,519	0	1,272	38,171
Dicembre	0,91	0,346	0	1,256	38,93

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato o alluminio con inclinazione di 12°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

Generatore

Il generatore è composto da n° 66 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	
Numero di moduli:	66
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	20 kW
Potenza di picco:	25,41 kWp
Performance ratio:	87,7 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	TORRI SOLARE
Serie / Sigla:	TRS 385-60M-H6 HALF CELL TRS 385-60M-H6 HALF CELL
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino

Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	385 Wp
Rendimento:	22,8 %
Tensione nominale:	35 V
Tensione a vuoto:	44,2 V
Corrente nominale:	11 A
Corrente di corto circuito:	11,5 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1002 mm x 1684 mm
Peso:	19 kg

Ai moduli fotovoltaici sono connessi i seguenti ottimizzatori di potenza.

OTTIMIZZATORI DI POTENZA	
Costruttore:	SOLAREEDGE
Serie / Sigla:	P401
Numero di ottimizzatori	66
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale in ingresso CC:	400 W
Tensione massima in ingresso:	83 V
Tensione minima di regolazione inseguitore:	12,5 V
Tensione massima di regolazione inseguitore:	83 V
Corrente massima in ingresso CC:	14 A
Efficienza ponderata:	98,8 %
Tensione massima di uscita:	85 V
Corrente massima di uscita:	15 A

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 0-21 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 0-21 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 $\geq 90\%$ al 70% della potenza nominale.

Il gruppo di conversione è composto da 1 inverter.

Dati costruttivi degli inverter	
Costruttore:	SOLAREEDGE
Serie / Sigla:	SE SE20K
Inseguitori:	4
Ingressi per inseguitore:	2
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	20 kW
Potenza massima:	20,4 kW
Potenza massima per inseguitore:	20,4 kW
Tensione nominale:	840 V
Tensione massima:	980 V
Tensione minima per inseguitore:	
Tensione massima per inseguitore:	
Tensione nominale di uscita:	400 Vac
Corrente nominale:	26,5 A
Corrente massima:	26,5 A
Corrente massima per inseguitore:	26,5 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1				
Moduli in serie:	15	18	18	15
Stringhe in parallelo:	1	1	1	1
Esposizioni:	Esposizione 1	Esposizione 2	Esposizione 3	Esposizione 4

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ}\text{moduli} = 385 \text{ Wp} * 66 = 25,41 \text{ kWp}$$

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	15	1.250,05	7.219,05
Esposizione 2	18	1.255,3	8.699,21
Esposizione 3	18	1.249,99	8.662,42
Esposizione 4	15	1.226,38	7.082,35

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 27781,1 \text{ kWh}$$

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	3,2 %
Perdite di mismatching:	0,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	3,2 %
Perdite totali:	12,3 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	1118,8	1118,8	0,0 %
Febbraio	1628,7	1628,7	0,0 %
Marzo	2806,8	2806,8	0,0 %
Aprile	2761,9	2761,9	0,0 %
Maggio	3196,4	3196,4	0,0 %
Giugno	3763,0	3763,0	0,0 %
Luglio	3682,5	3682,5	0,0 %
Agosto	3198,2	3198,2	0,0 %
Settembre	2523,1	2523,1	0,0 %
Ottobre	1286,9	1286,9	0,0 %
Novembre	889,3	889,3	0,0 %
Dicembre	925,6	925,6	0,0 %
Anno	27781,1	27781,1	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 FG21 se in esterno o FG16 se in cavidotti su percorsi interrati
- ❑ Tipo FS17 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.: chiaramente siglato con indicazione del positivo con "+" e 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. Con tali sezioni la caduta di potenziale viene contenuta entro il 2% del valore misurato da qualsiasi modulo posato al gruppo di conversione.

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 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 il sistema di interfaccia alla rete e il contatore in uscita della Società distributrice dell'energia elettrica e-Distribuzione SpA.

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 continua se la potenza complessiva di produzione non supera i 20 kW.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite, sono adottabili, 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.

SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)

Il sistema di controllo e monitoraggio, permette per mezzo di un computer ed un software dedicato, di interrogare in ogni istante l'impianto al fine di verificare la funzionalità degli inverter installati con la possibilità di visionare le indicazioni tecniche (Tensione, corrente, potenza etc..) di ciascun inverter.

E' possibile inoltre leggere nella memoria eventi del convertitore tutte le grandezze elettriche dei giorni passati.

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 soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (29,2 V) maggiore di $V_{mpp\ min.}$ (12,5 V)

Tensione massima V_n a 70,00 °C (39,5 V) inferiore a $V_{mpp\ max.}$ (83,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (48,7 V) inferiore alla tensione max. dell'ottimizzatore (83,0 V)

Tensione massima di ingresso inverter (980,0 V) inferiore alla tensione massima ammessa dall'impianto (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso (25,9 A) inferiore alla corrente massima inverter (26,5 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (124,6%) compreso tra 80,0% e il 135,0%

RIFERIMENTI NORMATIVI

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

1) 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.

2) 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;

3) 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 10349-1:2016: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
-

4) 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.

5) 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.

CONCLUSIONI

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;
- ❑ 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.

