

Sommario

1	PREMESSA	3
2	DATI GENERALI DELL'IMPIANTO.....	3
2.1	SITO DI INSTALLAZIONE.....	3
2.2	DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO.....	3
3	DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO	4
3.1	EMISSIONI.....	4
3.2	RADIAZIONE SOLARE	4
3.3	ESPOSIZIONI	5
3.4	STRUTTURE DI SOSTEGNO	6
3.5	IMPIANTO.....	6
3.6	GRUPPO DI CONVERSIONE.....	7
3.7	DIMENSIONAMENTO	9
3.8	CAVI ELETTRICI E CABLAGGI.....	9
3.9	QUADRI ELETTRICI	12
3.10	SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA.....	12
3.11	SISTEMA DI CONTROLLO E MONITORAGGIO (SCM)	12
3.12	VERIFICHE.....	12
4	SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO	14
5	RIFERIMENTI NORMATIVI	15
6	CONCLUSIONI	18

1 PREMESSA

La presente relazione tecnica specialistica riguarda il progetto dell'impianto fotovoltaico previsto a servizio dell'intervento in oggetto, finalizzato alla produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile mediante conversione diretta dell'energia solare.

2 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 30 kW e potenza di picco di 30 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	Comune di Santa Margherita Ligure
Indirizzo:	Piazza Giuseppe Mazzini 46 16038 Santa Margherita Ligure

2.1 SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto Impianto Fotovoltaico Palazzo del Municipio presenta le seguenti caratteristiche: 30kWp sito in Piazza G. Mazzini, n.46 a Santa Margherita Ligure (GE).

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Santa Margherita Ligure 16038 Piazza Giuseppe Mazzini 46
Latitudine:	044°20'10"N
Longitudine:	009°12'39"E
Altitudine:	13 m
Fonte dati climatici:	ENEA

2.2 DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO

La quantità di energia elettrica producibile sarà calcolata sulla base dei dati radiometrici di cui alla norma ENEA e utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 10349-1:2016. 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.

3 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto fotovoltaico è costituito da n° 1 generatori fotovoltaici composti da n° 60 moduli fotovoltaici e da n° 1 inverter. La potenza di picco è di 30 kWp per una produzione di 33.329,9 kWh annui distribuiti su una superficie di 139,8 m². Modalità di connessione alla rete Trifase in Bassa tensione con tensione di fornitura 400 V.

3.1 EMISSIONI

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

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	23,36 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	29,41 kg
Polveri:	1,04 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	17,38 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	1,02 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	0,20 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	6,23 TEP

3.2 RADIAZIONE SOLARE

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

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m²]	Totale mensile [MJ/m²]
Gennaio	5,6	173,6
Febbraio	8,3	232,4
Marzo	13,5	418,5
Aprile	17,3	519
Maggio	20,7	641,7
Giugno	22,9	687
Luglio	23	713
Agosto	19,5	604,5
Settembre	14,7	441
Ottobre	9,9	306,9
Novembre	6,3	189
Dicembre	4,5	139,5

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	33,143	1027,439
Febbraio	51,371	1438,392
Marzo	86,11	2669,401
Aprile	114,784	3443,52
Maggio	140,817	4365,334
Giugno	157,66	4729,795
Luglio	157,294	4876,122
Agosto	130,547	4046,967
Settembre	95,467	2864,006
Ottobre	61,775	1915,024
Novembre	37,746	1132,386
Dicembre	26,5	821,485

3.3 ESPOSIZIONI

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

Descrizione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Ombr.
Esposizione	Inclinazione fissa	-171°	5,6°	0 %

Esposizione

Orientamento di -171,00° (azimut) rispetto al sud ed inclinazione rispetto all'orizzontale di 5,60° (tilt).

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

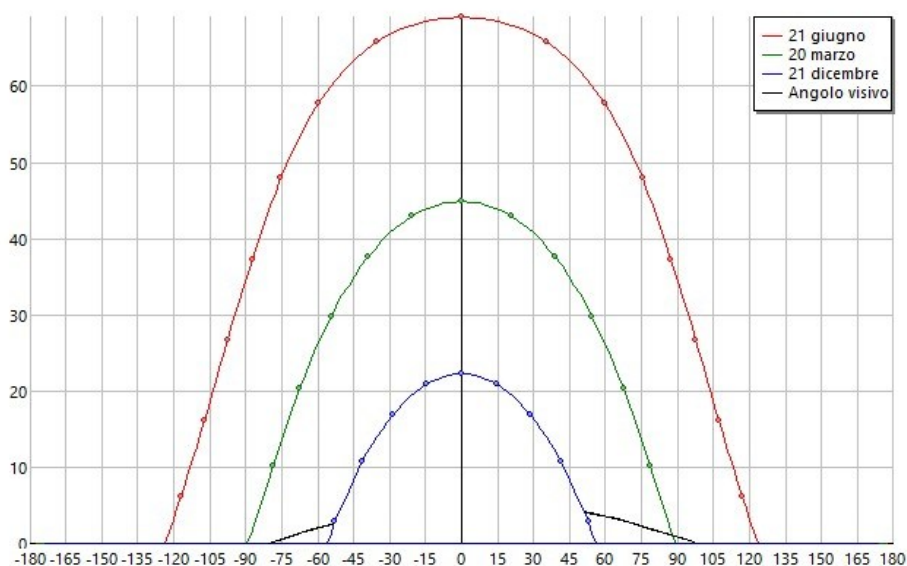
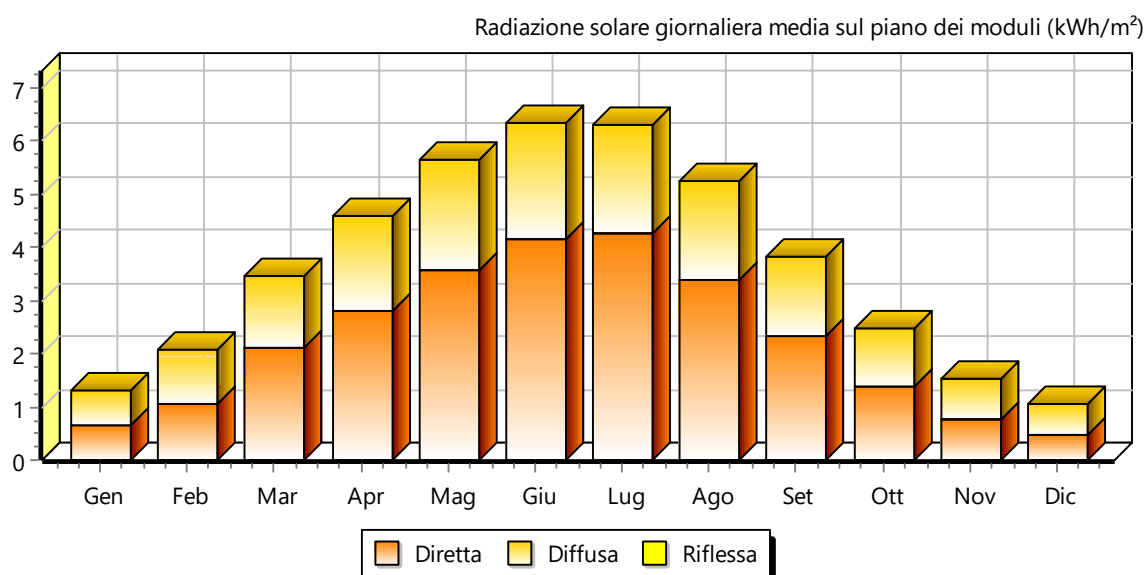
DIAGRAMMA DI OMBREGGIAMENTO

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	0,641	0,687	0	1,328	41,158
Febbraio	1,071	0,986	0	2,057	57,585
Marzo	2,11	1,341	0	3,452	107,009
Aprile	2,812	1,783	0	4,595	137,843
Maggio	3,557	2,084	0	5,641	174,877
Giugno	4,142	2,174	0	6,316	189,475
Luglio	4,248	2,058	0	6,307	195,512
Agosto	3,377	1,856	0	5,232	162,2
Settembre	2,316	1,506	0	3,822	114,651
Ottobre	1,383	1,094	0	2,476	76,76
Novembre	0,755	0,756	0	1,511	45,336
Dicembre	0,461	0,602	0	1,063	32,939

3.4 STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 6°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

3.5 IMPIANTO

Il generatore è composto da n° 60 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:	60
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	29,99 kW
Potenza di picco:	30 kWp
Performance ratio:	83,2 %
DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	TIPO Q-CELLS
Serie / Sigla:	Q.PEAK DUO ML-G11 Q.PEAK DUO ML-G11 500
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	500 Wp
Rendimento:	21,5 %
Tensione nominale:	38,5 V
Tensione a vuoto:	45,7 V
Corrente nominale:	13 A
Corrente di corto circuito:	13,6 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1134 mm x 2054 mm
Peso:	26 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.

3.6 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:		TIPO FRONIUS INTERNATIONAL		
Serie / Sigla:		VERTO PLUS VERTO PLUS 30.0		
Inseguitori:		3		
Ingressi per inseguitore:		2		
Caratteristiche elettriche				
Potenza nominale:		30 kW		
Potenza massima:		30,6 kW		
Potenza massima per inseguitore:		13 kW		
Tensione nominale:		600 V		
Tensione massima:		1000 V		
Tensione minima per inseguitore:		150 V		
Tensione massima per inseguitore:		870 V		
Tensione nominale di uscita:		400 Vac		
Corrente nominale:		84 A		
Corrente massima:		150 A		
Corrente massima per inseguitore:		28 A		
Rendimento:		0,98		
Inverter 1		MPPT 1	MPPT 2	MPPT 3
Moduli in serie:		10	10	10
Stringhe in parallelo:		2	2	2
Esposizioni:		Esposizione	Esposizione	Esposizione
Tensione di MPP (STC):		384,5 V	384,5 V	384,5 V
Numero di moduli:		20	20	20

3.7 DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 500 \text{ Wp} * 60 = 30 \text{ kWp}$$

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	60	1.335,34	40.060,28

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 33329,9 \text{ kWh}$$

dove Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,2 %
Perdite per aumento di temperatura:	4,3 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,0 %
Perdite totali:	16,8 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	1029,2	1027,4	-0,2 %
Febbraio	1440,0	1438,4	-0,1 %
Marzo	2676,0	2669,4	-0,2 %
Aprile	3447,1	3443,5	-0,1 %
Maggio	4373,2	4365,3	-0,2 %
Giugno	4738,3	4729,8	-0,2 %
Luglio	4889,2	4876,1	-0,3 %
Agosto	4056,2	4047,0	-0,2 %
Settembre	2867,1	2864,0	-0,1 %
Ottobre	1919,6	1915,0	-0,2 %
Novembre	1133,7	1132,4	-0,1 %
Dicembre	823,7	821,5	-0,3 %
Anno	33393,4	33329,9	-0,2 %

3.8 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 H1Z2Z2-K (lato corrente continua), FG16OM16 (lato corrente alternata)
- Tipo FG17 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.

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Lunghezza complessiva:	50 m
Lunghezza di dimensionamento:	20 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x6)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	6 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	6 mm ²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	384,5 V
Corrente d'impiego:	13,0 A
Corrente di c.c. moduli:	13,6 A
Caduta di tensione:	0,4 %

Cablaggio: **Q. Campo - Q. Inverter**

Descrizione	Valore
Lunghezza complessiva:	30 m
Lunghezza di dimensionamento:	30 m
Circuiti in prossimità:	6
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3 - cavi unipolari senza guaina in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	H1Z2Z2-K
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	2x(1x16)+1G16
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	16 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	16 mm ²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	16 mm ²
Tensione nominale:	384,5 V
Corrente d'impiego:	26,0 A
Corrente di c.c. moduli:	27,3 A
Caduta di tensione:	0,5 %

Cablaggio: **Q. Inverter - Q. Misura**

Descrizione	Valore
Lunghezza complessiva:	50 m
Lunghezza di dimensionamento:	50 m
Circuiti in prossimità:	3
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	3A - cavi multipolari in tubi protettivi circolari posati su pareti
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	FG16OM16 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	HEPR
Formazione:	5G25
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	25 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	1
Sez. negativo/neutro:	25 mm ²
N° conduttori PE:	1
Sez. PE:	25 mm ²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	43,3 A

Caduta di tensione:	0,8 %
---------------------	-------

Tabella di riepilogo cavi			
Codice	Form.	Des.	Lc
Stringa - Q. Campo	2x(1x6)	H1Z2Z2-K	100 m
Q. Campo - Q. Inverter	2x(1x16)+1G16	H1Z2Z2-K	90 m
Q. Inverter - Q. Misura	5G25	FG16OM16 0.6/1 kV	50 m

3.9 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.

3.10 SEPARAZIONE GALVANICA E MESSA A TERRA

La separazione galvanica non è richiesta in quanto l'inverter è certificato CEI -21.

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.

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

3.12 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 (329,0 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (150,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (427,7 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (870,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (500,2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (500,2 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (27,3 A) inferiore alla corrente massima inverter (50,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (98,0%) compreso tra 80,0% e il 147,0%



5 RIFERIMENTI NORMATIVI

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

Moduli fotovoltaici

- CEI EN IEC 61215-1 (CEI 82-58): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 1: Prescrizioni per le prove
- CEI EN IEC 61215-2 (CEI 82-61): Moduli fotovoltaici per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo; - Parte 2: Procedure di prova
- 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 IEC 60904-1 (CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche corrente-tensione
- CEI EN IEC 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizioni per i dispositivi fotovoltaici di riferimento
- CEI EN IEC 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura per dispositivi solari fotovoltaici (FV) per uso terrestre, con spettro solare di riferimento
- CEI EN IEC 60904-4 (CEI 82-32): Dispositivi fotovoltaici – Parte 4: Dispositivi di riferimento fotovoltaici - Procedure per stabilire la tracciabilità della taratura
- CEI EN IEC 60904-5 (CEI 82-10): Dispositivi fotovoltaici – Parte 5: Determinazione della temperatura equivalente di cella (ECT) di dispositivi fotovoltaici con il metodo della tensione a circuito aperto
- CEI EN IEC 60904-7 (CEI 82-13): Dispositivi fotovoltaici – Parte 7: Calcolo della correzione dell'errore di disadattamento fra le risposte spettrali nelle misure di dispositivi fotovoltaici
- CEI EN IEC 60904-8 (CEI 82-19): Dispositivi fotovoltaici – Parte 8: Misura della risposta spettrale di un dispositivo fotovoltaico (FV)
- CEI EN IEC 60904-9 (CEI 82-29): Dispositivi fotovoltaici – Parte 9: Classificazione delle caratteristiche dei simulatori solari
- CEI EN IEC 60904-10 (CEI 82-36): Dispositivi fotovoltaici – Parte 10: Metodi di misura della dipendenza lineare e della linearità
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI UNI EN ISO/IEC 17025 Requisiti generali per la competenza dei laboratori di prova e di taratura.

Altri componenti degli impianti fotovoltaici

- CEI EN IEC 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 dei convertitori fotovoltaici;

- CEI EN 50530/A1 (CEI 82-35;V1) Rendimento globale degli inverter per impianti fotovoltaici collegati alla rete elettrica;
- CEI EN 62116 (CEI 82-41) Procedura di prova delle misure di prevenzione dell'isola elettrica per inverter di sistemi FV interagenti con la rete pubblica

Progettazione fotovoltaica

- CEI 82-25/1 (CEI 82-25): Guida alla progettazione, realizzazione e gestione di sistemi di generazione fotovoltaica - Parte 1: Generalità - Acronimi, Definizioni e Principali Leggi, Deliberazioni e Norme
- 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;

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;
- CEI EN 62446-1 (CEI 82-46): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 1: Sistemi fotovoltaici collegati alla rete elettrica - Documentazione, prove di accettazione e verifica ispettiva
- CEI EN 62446-2 (CEI 82-84): Sistemi fotovoltaici (FV) - Prescrizioni per le prove, la documentazione e la manutenzione Parte 2: Sistemi collegati alla rete elettrica - Manutenzione di sistemi fotovoltaici
- CEI 64-8 Ed. 2024: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-145) 2019: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI EN IEC 60445 (CEI 16-2): Principi fondamentali e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, la marcatura e l'identificazione - Identificazione dei morsetti delle apparecchiature, delle estremità dei conduttori e dei conduttori
- CEI EN 60529 (CEI 70-1): Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN IEC 61000-3-2 (CEI 110-31) Compatibilità elettromagnetica (EMC) Parte 3-2: Limiti - Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)
- CEI EN IEC 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 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 62305-1 (CEI 81-10/1): Protezione contro i fulmini, Parte 1: Principi generali
- CEI 81-3;Ab: Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei

Comuni d'Italia, in ordine alfabetico

- CEI EN 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata;
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)
- CEI EN 50525-1/A1 (CEI 20-107) Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V (U0/U) Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

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;

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.

6 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.

§ § §

Onore (BG), 16.09.2026

Il tecnico

dott. ing. Luca Fabrello