



COMUNE DI TERNI

DIREZIONE LL.PP. - MANUTENZIONI

LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE

CAMPO SCUOLA " F. CASAGRANDE"

PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA (PNRR)
Missione 5 Componente 2 Investimento/Subinvestimento 2.1
RIGENERAZIONE URBANA

CUP F44H16000340007



Committente: **COMUNE DI TERNI**
P.zza M. Ridolfi, 1 - 05100 Terni
C.F. 00175660554

R.U.P. **Geom. STEFANO FREDDUZZI**
Corso del Popolo n. 30 - 05100 Terni
Collaboratore: **Dott.ssa Marta Di Filippo**



**Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU**

R.T.P.

Mandatario e Capogruppo:
Coord. e Progetto Architettonico: **arch. Alberto Tiberi**
05100 Terni Via Sabotino, 7 - e-mail : albertotiberi@gmail.com

Mandanti:
Progetto impianti: **Studio Tecnico Associato Paganelli**
Viale B. Brin, 10 - 05100 TERNI - e-mail: info@stap.it
Progetto strutture: **ing. Simone Monotti**
Strada della Quercia 6/b - 05100 Terni - e-mail: segreteria@studiomonotti.it
Progetto sicurezza:
C.S.P. - C.S.E. **ing. Alessandro Passetti**
Via Del Daino, 19 - 05100 - Terni - e-mail: passetti.ale@gmail.com
Collaborazioni:
Prog. impianti termotecnici **ing. iunior Alberto Lausi**
Via Lombardo Radice, 19 - 05100 - Terni - e-mail: alberto.lausi@gmail.com
Direttore dei Lavori: **arch. Andrea Della Sala**
Strada di S. Martino, 104 - 05100 Terni - e-mail : info@andreadellasala.com

Il progettista:

Contenuto del disegno:

**PROGETTO
ESECUTIVO
IMPIANTI TECNOLOGICI**

Oggetto:

**RELAZIONE DESCRITTIVA
IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

tavola numero:

**REL
IM.FV**

data

aggiornato al

disegnato da

visto R.U.P.

indice file

scala

26.03.2023

-

SOMMARIO

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO.....	2
SITO DI INSTALLAZIONE.....	2
DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO	3
DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....	3
EMISSIONI	3
RADIAZIONE SOLARE	7
ESPOSIZIONI.....	5
STRUTTURE DI SOSTEGNO.....	7
IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTERGRATO SU TETTO A FALDA PER UN TOTALE DI 15 PANNELLI CON UNA POTENZA TOTALE PRAI A 6 kWp	7
GRUPPO DI CONVERSIONE	8
DIMENSIONAMENTO	10
Cavi elettrici e cablaggi	10
Quadri elettrici	15
VERIFICHE	16
PLANIMETRIA DEL GENERATORE	16
SCHEMA UNIFILARE DELL'IMPIANTO.....	18
RIFERIMENTI NORMATIVI.....	18
CONCLUSIONI.....	21

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 6 kW e potenza di picco di 6 kWp.

COMMITTENTE	
Committente:	COMUNE DI TERNI
Indirizzo:	
Codice fiscale/Partita IVA:	
Telefono:	
Fax:	
E-mail:	

SITO DI INSTALLAZIONE

L'impianto CAMPO SCUOLA "F. CASAGRANDE" presenta le seguenti caratteristiche:
RISTRUTTURAZIONE ED ADEGUAMENTO IMPIANTI DI ATLETICA:

CAMPO SCUOLA "F. CASAGRANDE" VIA DELLE MURA - TERNI

SUB INTERVENTO N. 1: OPERE EDILI ED IMPIANTISTICHE - PALAZZINA, PISTA E TRIBUNA

Impianto fotovoltaico integrato a tetto per un totale di 15 pannelli.

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Terni 05100 Largo Atleti Azzurri d'Italia, 1, 05100 Terni TR
Latitudine:	042°33'49"N
Longitudine:	012°38'34"E
Altitudine:	130 m
Fonte dati climatici:	ENEA
Albedo:	0 %

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 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° 15 moduli fotovoltaici e da n° 1 inverter con tipo di realizzazione Incentivo 1 .

La potenza di picco è di 6 kWp per una produzione di 7 840,6 kWh annui distribuiti su una superficie di 30,75 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):	5,49 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	6,92 kg
Polveri:	0,25 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	4,09 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	0,24 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	0,05 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	1,96 TEP

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 Terni.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	6,4	198,4
Febbraio	8,8	246,4
Marzo	13,8	427,8
Aprile	17,3	519
Maggio	21,4	663,4
Giugno	23,1	693
Luglio	23,2	719,2
Agosto	20,1	623,1
Settembre	15,4	462
Ottobre	11	341
Novembre	7,2	216
Dicembre	5,4	167,4

TABELLA PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	11,122	344,792
Febbraio	14,145	396,053
Marzo	21,096	653,969
Aprile	25,073	752,179
Maggio	30,114	933,519
Giugno	32,078	962,33
Luglio	32,422	1005,094
Agosto	28,819	893,39
Settembre	23,041	691,227
Ottobre	17,542	543,807
Novembre	12,295	368,845
Dicembre	9,528	295,357

ESPOSIZIONI

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

Descrizione	Tipo realizzazione	Tipo installazione	Orient.	Inclin.	Ombr.
Esposizione 1	Incentivo 1	Inclinazione fissa	51°	18°	0 %

Esposizione 1

Esposizione 1 sarà esposta con un orientamento di 51,00° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 18,00° (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

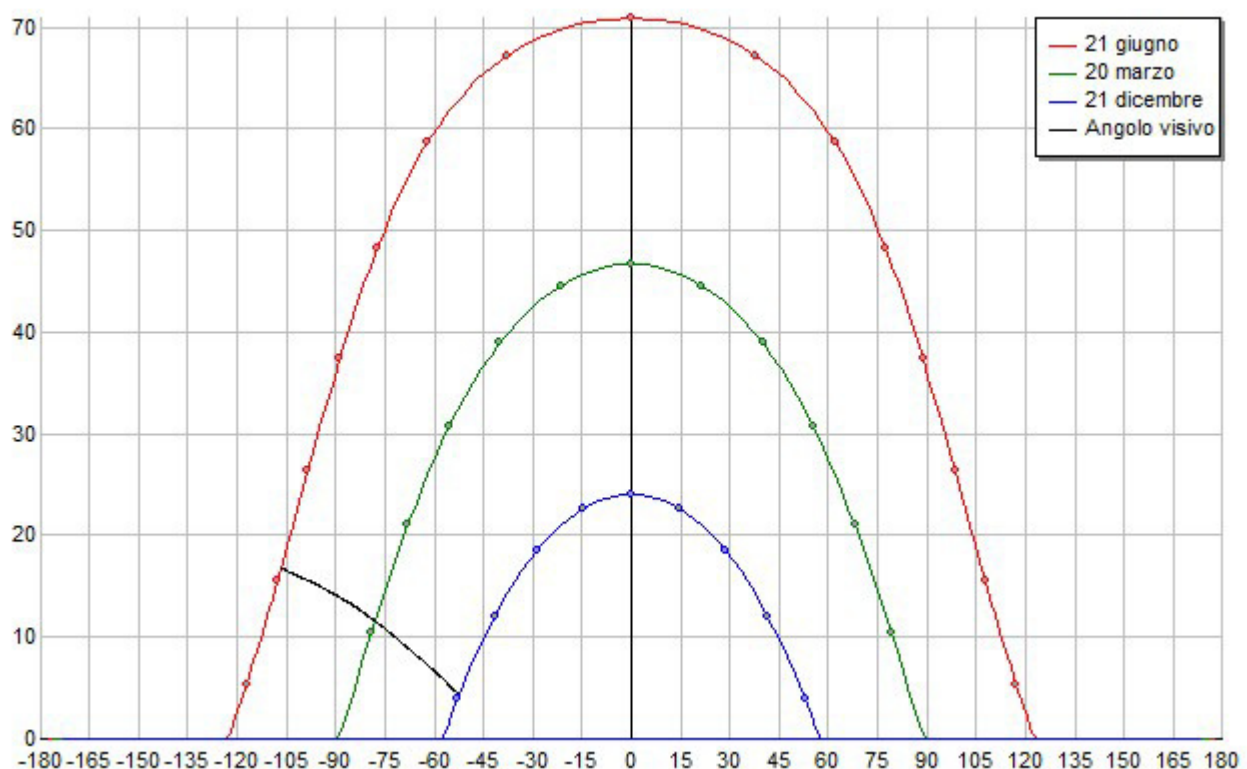


DIAGRAMMA RADIAZIONE SOLARE

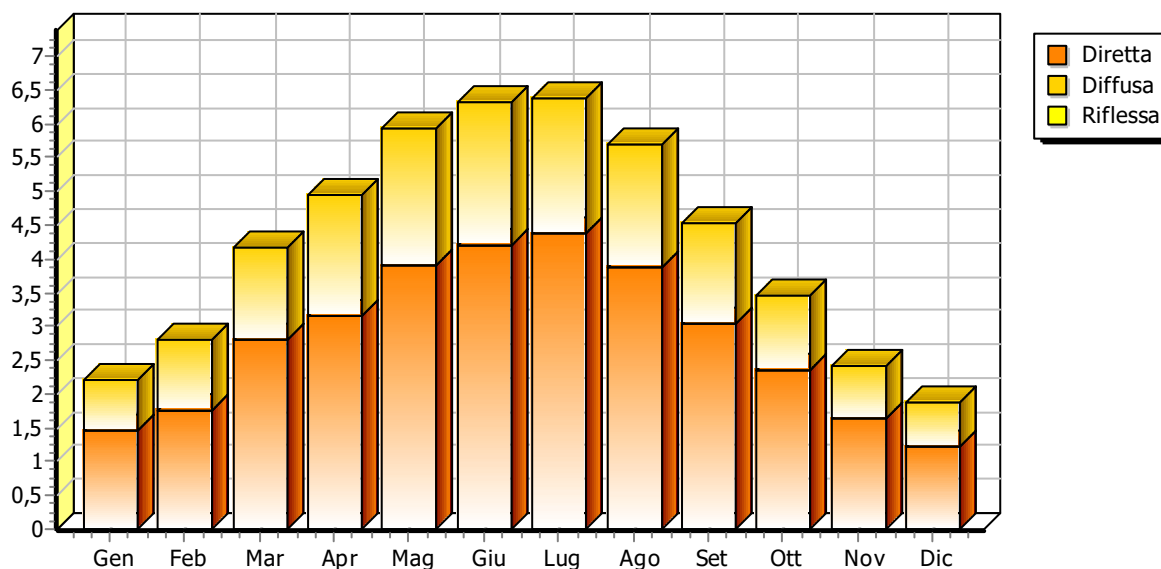


TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE

Mese	Radiazione Diretta [kWh/m²]	Radiazione Diffusa [kWh/m²]	Radiazione Riflessa [kWh/m²]	Totale giornaliero [kWh/m²]	Totale mensile [kWh/m²]
Gennaio	1,464	0,728	0	2,193	67,97
Febbraio	1,769	1,02	0	2,788	78,076
Marzo	2,796	1,363	0	4,159	128,92
Aprile	3,162	1,781	0	4,943	148,28
Maggio	3,916	2,02	0	5,936	184,029
Giugno	4,208	2,116	0	6,324	189,708
Luglio	4,383	2,008	0	6,392	198,139
Agosto	3,868	1,813	0	5,681	176,118
Settembre	3,044	1,498	0	4,542	136,265
Ottobre	2,355	1,103	0	3,458	107,203
Novembre	1,631	0,792	0	2,424	72,712
Dicembre	1,226	0,652	0	1,878	58,225

STRUTTURE DI SOSTEGNO

I moduli verranno montati su dei supporti in acciaio zincato con inclinazione di 18°, avranno tutti la medesima esposizione. Gli ancoraggi della struttura dovranno resistere a raffiche di vento fino alla velocità di 120 km/h.

IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTERGRATO SU TETTO A FALDA PER UN TOTALE DI 15 PANNELLI CON UNA POTENZA TOTALE PRAI A 6 kWp

Il generatore è composto da n° 15 moduli del tipo Silicio monocristallino con una vita utile stimata di oltre 20 anni e degradazione della produzione dovuta ad invecchiamento del 0,8 % annuo.

CARATTERISTICHE DEL GENERATORE FOTOVOLTAICO	
Tipo di realizzazione:	Incentivo 1
Numero di moduli:	15
Numero inverter:	1
Potenza nominale:	6 kW
Potenza di picco:	6 kWp
Performance ratio:	84,5 %

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:
Serie / Sigla:
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	400 Wp
Rendimento:	19,5 %
Tensione nominale:	41,1 V
Tensione a vuoto:	50,4 V
Corrente nominale:	9,7 A
Corrente di corto circuito:	10,2 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1011 mm x 2031 mm
Peso:	31,7 kg

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

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

GRUPPO DI CONVERSIONE

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

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

Le caratteristiche principali del gruppo di conversione sono:

- ❑ Inverter a commutazione forzata con tecnica PWM (pulse-width modulation), senza clock e/o riferimenti interni di tensione o di corrente, assimilabile a "sistema non idoneo a sostenere la tensione e frequenza nel campo normale", in conformità a quanto prescritto per i sistemi di produzione dalla norma CEI 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:
Serie / Sigla:
Inseguitori:	2
Ingressi per inseguitore:	1
Caratteristiche elettriche	
Potenza nominale:	6 kW
Potenza massima:	6,1 kW
Potenza massima per inseguitore:	3,1 kW
Tensione nominale:	600 V
Tensione massima:	1100 V
Tensione minima per inseguitore:	140 V
Tensione massima per inseguitore:	980 V
Tensione nominale di uscita:	400 Vac

Corrente nominale:	22 A
Corrente massima:	22 A
Corrente massima per inseguitore:	11 A
Rendimento:	0,98

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	8	7
Stringhe in parallelo:	1	1
Esposizioni:	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	328,8 V	287,7 V
Numero di moduli:	8	7

DIMENSIONAMENTO

La potenza di picco del generatore è data da:

$$P = P_{\text{modulo}} * N^{\circ} \text{moduli} = 400 \text{ Wp} * 15 = 6 \text{ kWp}$$

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	1 545,64	9 273,87

$$E = E_n * (1 - \text{Disp}) = 7840,6 \text{ kWh}$$

dove

Disp = Perdite di potenza ottenuta da

Perdite per ombreggiamento:	0,0 %
Perdite per aumento di temperatura:	2,7 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,3 %
Perdite totali:	15,5 %

TABELLA PERDITE PER OMBREGGIAMENTO

Mese	Senza ostacoli [kWh]	Produzione reale [kWh]	Perdita [kWh]
Gennaio	344,8	344,8	0,0 %
Febbraio	396,1	396,1	0,0 %
Marzo	654,0	654,0	0,0 %
Aprile	752,2	752,2	0,0 %
Maggio	933,5	933,5	0,0 %
Giugno	962,3	962,3	0,0 %
Luglio	1005,1	1005,1	0,0 %
Agosto	893,4	893,4	0,0 %
Settembre	691,2	691,2	0,0 %
Ottobre	543,8	543,8	0,0 %
Novembre	368,8	368,8	0,0 %

Dicembre	295,4	295,4	0,0 %
Anno	7840,6	7840,6	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.

Cablaggio: **Cavo di stringa**

Descrizione	Valore
Identificazione:	S1ZZ-F 1x4 0.6/1kV blu
Lunghezza complessiva:	5 m
Lunghezza di dimensionamento:	5 m
Circuiti in prossimità:	4
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	17 - cavi unipolari con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde di supporto
Disposizione:	Strato su scala posa cavi o graffato ad un sostegno
Tipo cavo:	Unipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	S1ZZ-F
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	1x(1x4)
N° conduttori positivo/fase:	1
Sez. positivo/fase:	4 mm ²
N° conduttori negativo/neutro:	0

Sez. negativo/neutro:	4 mm ²
N° conduttori PE:	
Sez. PE:	
Tensione nominale:	328,8 V
Corrente d'impiego:	9,7 A
Corrente di c.c. moduli	10,2 A

Cablaggio: **Stringa - Q. Campo**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	15 m
Lunghezza di dimensionamento:	15 m
Circuiti in prossimità:	4
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:	S1ZZ-F
Tipo di isolante:	EPR
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:	328,8 V
Corrente d'impiego:	9,7 A
Corrente di c.c. moduli	10,2 A

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

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	5 m

Lunghezza di dimensionamento:	5 m
Circuiti in prossimità:	1
Temperatura ambiente:	30°
Tabella:	CEI-UNEL 35024/1 (PVC/EPR)
Posa:	31 - cavi multipolari in canali posati su parete con percorso orizzontale
Disposizione:	Raggruppati a fascio, annegati
Tipo cavo:	Multipolare
Materiale:	Rame
Designazione:	N1VV-K
Tipo di isolante:	PVC
Formazione:	2x6+1G4
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:	1
Sez. PE:	4 mm ²
Tensione nominale:	328,8 V
Corrente d'impiego:	9,7 A
Corrente di c.c. moduli	10,2 A

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

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	5 m
Lunghezza di dimensionamento:	5 m
Circuiti in prossimità:	1
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:	FG7OH2R 0.6/1 kV
Tipo di isolante:	EPR
Formazione:	5G6
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:	1
Sez. PE:	6 mm ²

Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	8,5 A

Cablaggio: **Q. Misura - Rete**

Descrizione	Valore
Identificazione:	
Lunghezza complessiva:	10 m
Lunghezza di dimensionamento:	10 m
Circuiti in prossimità:	1
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:	N1VV-K
Tipo di isolante:	PVC
Formazione:	5G6
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:	1
Sez. PE:	6 mm ²
Tensione nominale:	400 V
Corrente d'impiego:	8,5 A

Tabella di riepilogo cavi					
Codice	Costruttore	Form.	Des.	Descrizione	Lc
CVPRY008	PIRELLI CAVI e SISTEMI	1x(1x4)	S1ZZ-F	S1ZZ-F 1x4 0.6/1kV blu	5 m
Stringa - Q. Campo		2x(1x6)	S1ZZ-F		30 m
Q. Campo - Q. Inverter		2x6+1G4	N1VV-K		5 m
Q. Inverter - Q. Misura		5G6	FG7OH2R 0.6/1 kV		5 m
Q. Misura - Rete		5G6	N1VV-K		10 m

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 IMPIANTO FOTOVOLTAICO INTERGRATO SU TETTO A FALDA PER UN TOTALE DI 15 PANNELLI CON UNA POTENZA TOTALE PRAI A 6 kWp soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a 70,00 °C (241,7 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (140,0 V)

Tensione massima V_n a -10,00 °C (369,7 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (980,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (444,1 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1100,0 V)

Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (444,1 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1500,0 V)

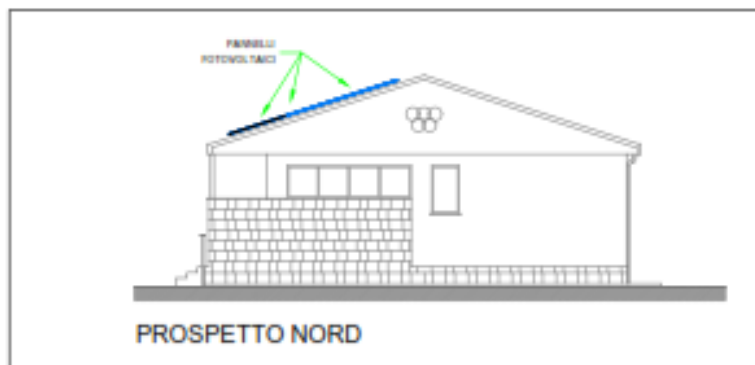
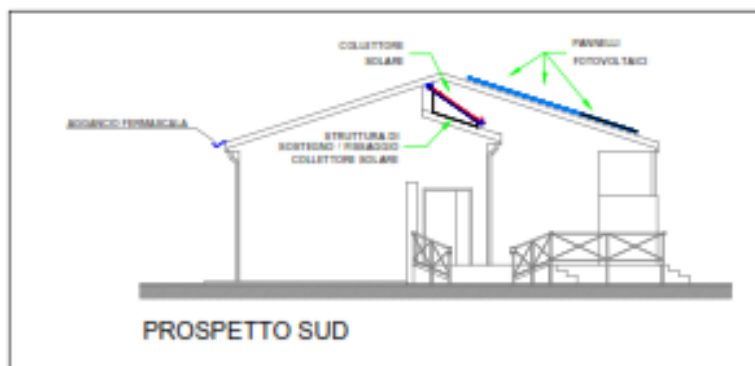
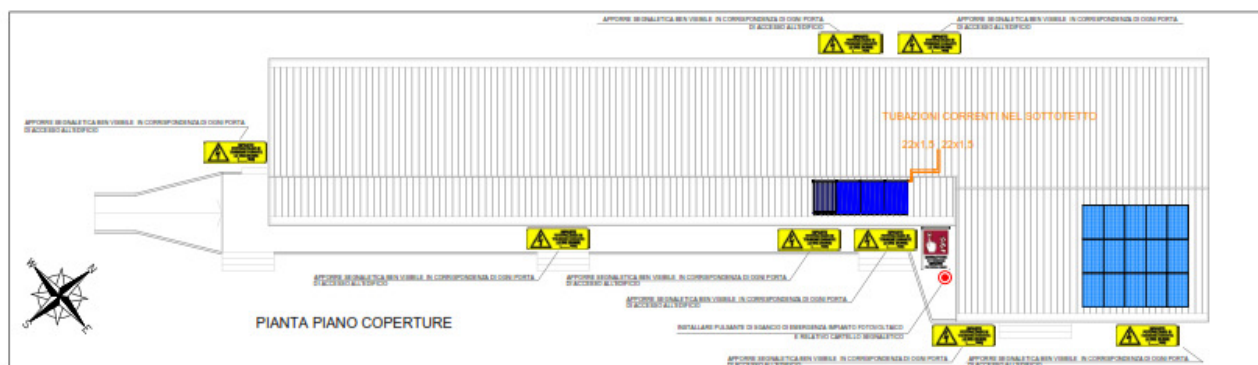
Limiti in corrente

Corrente di ingresso alla massima potenza (10,0 A) inferiore alla corrente massima inverter (11,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (104,2%) compreso tra 80,0% e il 120,0% [INV. 1/MPPT 1]

PLANIMETRIA DEL GENERATORE



IMPIANTO FOTOVOLTAICO:
TIPO PANNELLI: 400 Wp
NUMERO PANNELLI: 30
TOTALE IMPIANTO: 12 kWp

LEGENDA	
SIMBOLO	DESCRIZIONE
	PULSANTE GENERALE IMP. FOTOVOLTAICO E RELATIVO CARTELLLO
	CARTELLLO PERICOLO IMP. FOTOVOLTAICO
	MODULO FOTOVOLTAICO (60Wp)
	COLLETTORE SOLARE TERMICO
	INVERTER TRIPASS 6 kW

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 integrato 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.

Il Progettista

Ing. Fabrizio Paganelli

Il documento è firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs. 82/2005 s.m.i. e norme collegate e sostituisce il documento cartaceo e la firma autografa