

01	07/03/2024	Seconda emissione	A. Novella	A. Donetti	A. Donetti
00	29.02.2024	Prima emissione	A. Novella	A. Donetti	A. Donetti
REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

OPERA:

COMUNE DI PONZANO VENETO (TV) - VIA POSTUMIA 63
AMPLIAMENTO E MANUTENZIONE STRAORDINARIA RELAIS MONACO

INTERVENTO DI EDILIZIA PRODUTTIVA IN VARIANTE ALLO STRUMENTO URBANISTICO GENERALE (art. 4, L.R. 55/2012)

PROPRIETÀ:

QUARTA S.r.l

con sede legale in Piazza del Duomo, 19 - 31100 - Treviso (TV)
Partita IVA 05412220260

IL PROPRIETARIO:

PROGETTAZIONE:

**PROGETTAZIONE
ARCHITETTONICA:**

QC TERME S.r.l.

Piazza Adriano Olivetti, 3 - 20139 Milano
Tel 02 6901251 email: ufficioprogettazione@gcterme.com

PRATICA VVF:

PIA ENGINEERING

Ing. G. Paparella
via L. Einaudi, 117 - 45100 Rovigo
Tel 0425 1542320 email: gianpiero.paparella@gmail.com

PROGETTAZIONE STRUTTURALE:

GREGGIO DONA' & C.

Ing. G. Bortoletto
viale della Repubblica, 253/E - 31100 Treviso
Tel 0422 420060 email: gp.bortoletto@gmail.com

**IMPIANTI
MECCANICI ed
ELETTRICI:**

LOGICA INGEGNERIA S.r.l.

Ing. A. Donetti
via Montale, 26 - 28021 Borgomanero (No)
Tel 0322 844153 email: info@gruppo-logica.com

**IMPIANTI
TRATTAMENTO ACQUA
VASCHE :**

QC TERME S.r.l.

Ing. Lorenzo Del Bianco
Piazza Adriano Olivetti, 3 - 20139 Milano
Tel 02 6901251 email: lorenzo.delbianco@gcterme.com

PROGETTAZIONE
URBANISTICA

COOPROGETTI S.c.r.l.

Arch. Massimo Fadel e Ing. Giuseppe Ligammari
Via Montereale, 10/C - 33170 Pordenone
Tel 0434 21085 email: info@coprogetti.it

VARIANTE SUAP ART.5 L.R. 55/2012

**PROGETTO DEFINITIVO PER
PERMESSO DI COSTRUIRE**

TITOLO DOCUMENTO:

Relazione impianto fotovoltaico

FILE: 00-007-RLM-DD-IE-6.1.5

00-007-RLM

DD

IE

TAV. N°

6.1.5 01

SCALA:

COMMESSA

FASE DI
PROGETTO

SPECIAL ISTICA

IL PRESENTE DISEGNO E' DI PROPRIETA' DELLA SOCIETA' QC TERME S.r.l.. A NORMA DI LEGGE NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO O COMUNICATO A TERZI

QC TERME S.r.l.

Impianto fotovoltaico da 156,95 kWp

Sito nel Comune di
Ponzano Veneto (TV)
Via Postumia 63, 31050

PROGETTO DEFINITIVO PER PERMESSO DI COSTRUIRE

00-007-RLM-DD-IE-6.1.5_00 RELAZIONE IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Committente: QC Terme S.R.L.
Piazza Adriano Olivetti 3
20139 Milano (MI)

Progettista: Dott. Ing. Andrea Donetti
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Novara
N. 1916A

Data progetto: 29/02/2024

Revisione progetto: 1

1. SOMMARIO

1.	SOMMARIO.....	2
1	ELABORATI GRAFICI	3
2	DATI DI PROGETTO	4
2.1	Dati di progetto di carattere generale	4
2.1.1	Estremi del committente.....	4
2.1.2	Estremi del progettista.....	4
2.1.3	Ubicazione e denominazione dell'opera	6
2.1.4	Scopo del lavoro.....	6
2.1.5	Elenco delle norme e guide tecniche impiantistiche di riferimento	6
2.2	Dati di progetto relativi all'opera	8
2.2.1	Destinazione d'uso	8
2.3	Dati di progetto relativi alle influenze esterne	8
2.3.1	Condizioni ambientali	8
2.3.2	Altitudine	8
2.4	Dati di progetto relativi all'impianto elettrico.....	8
2.4.1	Tipo di intervento richiesto	8
2.4.2	Dati dell'alimentazione elettrica.....	9
⇒	Alimentazione da rete BT (Impianto FV).....	9
2.4.3	Cadute di tensione massime ammesse	9
2.4.4	Misurazione dell'energia elettrica.....	9
3	RELAZIONE GENERALE	10
4	RELAZIONE SPECIALISTICA	11
4.1	Criteri di dimensionamento	11
4.2	Descrizione delle misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti.....	12
4.3	Descrizione delle misure di protezione contro le sovratensioni (procedere da qui) 14	
4.4	Descrizione delle modalità operative dei vari impianti.....	14
4.5	Impianto di terra.....	14
4.6	Quadri elettrici	15
5	SCHEMA (DESCRIZIONE) DELL'IMPIANTO ELETTRICO E SOLUZIONI PROGETTUALI ADOTTATE	16
5.1	Report componenti principali impianto.....	16
5.2	Moduli	16
5.3	Strutture di sostegno dei moduli.....	17
5.4	Convertitori Statici	17
6	CALCOLI ESECUTIVI (RELAZIONE ILLUSTRATIVA), TABELLE E DIAGRAMMI DI COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI.....	18
6.1	Calcoli esecutivi (relazione illustrativa)	18
7	PIANO DI MANUTENZIONE	19
8	VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE A FINE LAVORI.....	20
9	CONCLUSIONI	21
10	ELABORATI GRAFICI	22
10.1	Schemi d'installazione e disegni planimetrici	22

1 ELABORATI GRAFICI

00-007-RLM-DD-IE-6.1.6_00 LAYOUT IMPIANTO FOTOVOLTAICO

2 DATI DI PROGETTO

2.1 Dati di progetto di carattere generale

2.1.1 Estremi del committente

COMMITTENTE	
Committente:	QC Terme S.R.L.
Indirizzo:	Via Ripamonti, 89 – 20141 MILANO (MI)
Codice fiscale/Partita IVA:	00629210147
Telefono:	---
Fax:	---
E-mail:	qctermsrl@pcert.it

2.1.2 Estremi del progettista

Società di progettazione:
Logica Ingegneria S.r.l.
Via Montale, 26
28021 Borgomanero (NO)
P.IVA 02186550030
Progettista:

Dott. Ing. Andrea Donetti
Ordine degli ingegneri della provincia di Novara
Matricola 1916/A

2.1.3 Ubicazione e denominazione dell'opera

La copertura, oggetto della presente progettazione, è ubicato a Ponzano Veneto (TV), Via Postumia 63.

DATI RELATIVI ALLA LOCALITÀ DI INSTALLAZIONE	
Località:	Ponzano Veneto (TV) – Via Postumia, 63
Latitudine:	45°43'25,86" N
Longitudine:	12°11'18"E
Altitudine:	27 m s.l.m.

2.1.4 Scopo del lavoro

Progettazione per i procedimenti autorizzativi e l'esecuzione di campo fotovoltaico in copertura con potenzialità complessiva pari a 156,95 kW.

2.1.5 Elenco delle norme e guide tecniche impiantistiche di riferimento

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

- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1(CEI 82-1): Dispositivi fotovoltaici Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2 (CEI 82-2): Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3 (CEI 82-3): Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727 (CEI 82-9): Sistemi fotovoltaici (FV) - Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215 (CEI 82-8): Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61646 (82-12): Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri - Qualifica del progetto e approvazione di tipo;
- CEI EN 50380 (CEI 82-22): Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici;
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione;
- CEI EN 62093 (CEI 82-24): Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali;
- 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 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 60439 (CEI 17-13): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) serie composta da:
 - CEI EN 60439-1 (CEI 17-13/1): Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
 - CEI EN 60439-2 (CEI 17-13/2): Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
 - CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3): 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 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 60099-1 (CEI 37-1): Scaricatori - Parte 1: Scaricatori a resistori non lineari con spinterometri per sistemi a corrente alternata
- 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 EN 62305 (CEI 81-10): Protezione contro i fulmini serie composta da:
 - CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1): Principi generali;
 - CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2): Valutazione del rischio;
 - CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3): Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
 - CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4): Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture;
- CEI 81-3: Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato;
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto per impianti elettrici;
- CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità e relativi allegati per la legge n. 46/1990;
- UNI 10349: Riscaldamento e raffrescamento degli edifici. Dati climatici;
- 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 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);
- EN 50470-1 ed EN 50470-3 in corso di recepimento nazionale presso CEI;
- 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 64-8, parte 7, sezione 712: Sistemi fotovoltaici solari (PV) di alimentazione

2.2 Dati di progetto relativi all'opera

2.2.1 Destinazione d'uso

L'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico installato in copertura verrà utilizzata dalle utenze elettriche presenti nello stabilimento. L'eventuale eccedenza verrà immessa in rete secondo quanto previsto dal contratto di Scambio sul Posto.

2.3 Dati di progetto relativi alle influenze esterne

2.3.1 Condizioni ambientali

Temperatura ambiente di progetto = 30°C

Radiazione solare e analisi delle ombre

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 di Ponzano Veneto (TV).

2.3.2 Altitudine

27 m s.l.m.

2.4 Dati di progetto relativi all'impianto elettrico

2.4.1 Tipo di intervento richiesto

Installazione di un nuovo impianto fotovoltaico per autoconsumo in copertura connesso in parallelo alla rete e l'aggiunta nel quadro QBT esistente del dispositivo di protezione per la nuova linea dell'impianto fotovoltaico con i relativi contatori per le misure dell'energia.

2.4.2 Dati dell'alimentazione elettrica

L'impianto oggetto della presente progettazione presenta un punto di consegna posto nella cabina situata sul confine di proprietà.

Per il regime di alimentazione valgono i seguenti dati di progetto:

Tensione nominale: 24.000 V (trifase)

Frequenza nominale: 50 Hz

Sistema elettrico BT: TN-S

⇒ Alimentazione da rete BT (Impianto FV)

2.4.3 Cadute di tensione massime ammesse

Come prescritto nella norma 64-8/5 si verificherà che la caduta di tensione tra l'origine dell'impianto utilizzatore e qualunque apparecchio utilizzatore non sia superiore al 4% della tensione nominale dell'impianto.

2.4.4 Misurazione dell'energia elettrica

La natura dell'impianto è quella di un impianto connesso in parallelo alla rete con autoconsumo dell'energia prodotta ove vi fosse richiesta da parte dell'utenza.

L'energia prodotta in surplus verrà ceduta alla rete.

A lavori ultimati sull'impianto si avranno i seguenti contatori:

- M1.A Contatore bidirezionale MT per la misura dell'energia prodotta dall'impianto FTV e ceduta in rete (cioè non auto consumata) ubicato in cabina
- M1.B Contatore bidirezionale MT per la misura dell'energia consumata dall'utenza QC Terme ubicato in cabina
- M2 Contatore fiscale FTV per la misurazione dell'energia prodotta dall'impianto FTV ubicato in copertura in prossimità degli inverter

3 RELAZIONE GENERALE

Oggetto della presente relazione tecnica è la progettazione definitiva dell'impianto elettrico relativo all'installazione di un nuovo impianto fotovoltaico in copertura, posizionato sullo stabile in via Postumia 63, Ponzano Veneto (TV).

Il progetto è stato sviluppato tenendo conto della legislazione e della normativa tecnica vigente sulla base delle informazioni fornite dalla Committenza.

Sulla copertura verranno infissi i profili di alluminio sui quali verranno installati i moduli fotovoltaici in silicio monocristallino bifacciale.

Di fianco al campo fotovoltaico in copertura verrà posizionato un armadio abbastanza grande per lo spazio necessario al contatore di energia M2 oltre che ai due inverter e al quadro fotovoltaico denominato QFTV.

All'interno del QFTV verranno inseriti i dispositivi di protezione degli inverter nel lato alternata, lo scaricatore di tensione SPD, un interruttore a protezione degli ausiliari necessari al quadro e infine l'interruttore generale del quadro QFTV.

Mediante un cavidotto su canalina di nuova costruzione verrà raggiunto il power center e sul QBT esistente verrà aggiunta una nuova protezione per la linea in cavo che connette appunto il power center al quadro QFTV.

Riassumendo, l'intervento prevede le seguenti fasi:

- Installazione del campo fotovoltaico in copertura
- Installazione degli inverter, del contatore fiscale M2 e del quadro di protezione QFTV nel locale tecnico di nuova installazione posto sulla terrazza dello stabilimento
- Installazione dei contatori M1.A e M1.B ubicati in cabina
- Integrazione degli impianti di terra

4 RELAZIONE SPECIALISTICA

4.1 Criteri di dimensionamento

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):

$$P_{cc} > 0,85 * P_{nom} * I / I_{STC}$$

In cui:

P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;

P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;

I è l'irraggiamento espresso in W/m^2 misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;

I_{STC} pari a $1000 W/m^2$ è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione sarà verificata per $I > 600 W/m^2$.

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

In cui:

P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione con precisione migliore del $\pm 2\%$;

Tale condizione sarà verificata per $P_{ca} > 90\%$ della potenza di targa del gruppo di conversione.

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.

4.2 Descrizione delle misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti

A. Protezione contro i contatti indiretti

Secondo la Norma CEI 64-8/4, per i sistemi TN dovrà essere verificata in fase d'installazione l'impedenza dell'anello di guasto e dovrà essere verificata la relazione:

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a}$$

dove:

- Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto [ohm];
- U_0 è la tensione nominale verso terra
- I_a è il valore della corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro il tempo definito

B. Protezione contro i cortocircuiti

Il potere d'interruzione richiesto dei dispositivi di protezione è descritto nelle tavole.

Nel dimensionamento delle protezioni si sono osservate le seguenti prescrizioni:

- Coordinamento tra $I_{cc\ max}$ e potere d'interruzione delle apparecchiature di protezione:

$$p.i. > I_{cc\ max}$$

dove:

- $I_{cc\ max}$ è il massimo valore di corrente di cortocircuito nel punto di installazione della protezione
- p.i. è il potere d'interruzione del dispositivo di protezione
- Coordinamento tra l'energia specifica passante dell'apparecchiatura di protezione e l'energia specifica passante tollerata dai conduttori:

$$\int_0^{t_i} i^2 \cdot dt \leq K^2 \cdot S^2$$

Dove:

- $\int_0^{t_i} i^2 \cdot dt$: energia specifica passante (tra $t = 0$ e $t = t_i$) del dispositivo di protezione
- K: costante caratteristica dell'isolante del conduttore
- S: sezione del conduttore.

C. Protezione contro i sovraccarichi

La protezione dei cavi, la cui sezione è individuata negli schemi e nelle tavole relative alla cavetteria, è garantita adottando gli interruttori di protezione con le caratteristiche minime indicate sulle tavole stesse; in tal modo sono garantite le prescrizioni richieste dalle Norme 64-8/5 (Sezione 433.2) in merito al coordinamento tra dispositivo di protezione e conduttura:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 \cdot I_z$$

L'individuazione delle sezioni dei conduttori, e dunque la determinazione delle relative portate, è effettuata mediante le apposite tabelle CEI-UNEL 35024/1, CEI-UNEL 35024/2 e CEI-UNEL 35026.

D. Cavi elettrici e di cablaggio

Il cablaggio elettrico avverrà per mezzo di cavi con conduttori isolati con le seguenti prescrizioni:

Tipo FG7(O)R se in tubazioni interrate o entro canalizzazioni all'interno della cabina MT/BT

Tipo H1Z2Z2-K per il collegamento tra i moduli fotovoltaici

Inoltre, i cavi rispetteranno le norme CEI 20-13, CEI 20-22 II e CEI 20-37 I, saranno dotati di marchiatura I.M.Q. e la colorazione delle anime seguirà le 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.

E. Protezione contro i contatti diretti

Tutte le parti attive dovranno essere obbligatoriamente isolate e l'isolamento potrà essere rimosso soltanto mediante distruzione. Le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IP2X o IPXXB. Le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD. Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati ed avere una sufficiente stabilità e durata nel tempo in modo da conservare il richiesto grado di protezione. L'apertura delle barriere e degli involucri deve avvenire mediante l'utilizzo di una chiave o di un attrezzo.

4.3 Descrizione delle misure di protezione contro le sovratensioni (procedere da qui)

L'impianto verrà dotato di idonei scaricatori di sovratensione, installati nelle seguenti posizioni:

- QUADRO FOTOVOLTAICO (QFTV) CLASSE II

4.4 Descrizione delle modalità operative dei vari impianti

Quanto progettato rappresenta un tipico impianto FV per funzionamento in "Autoconsumo".

Il flusso, generato in corrente continua dal campo FV costituito da 365 pannelli, verrà suddiviso fra tre inverter, tutti da 50kW nominali in alternata.

La configurazione dettagliata verrà eseguita in una fase successiva della progettazione.

4.5 Impianto di terra

L'impianto di terra relativo al fotovoltaico verrà interconnesso all'impianto di terra esistente nel locale power center e dovrà rispondere ai requisiti di sicurezza necessari per il corretto esercizio dell'impianto.

Le opere da eseguirsi sull'impianto di terra riguardano essenzialmente:

- collegamento di tutti gli apparecchi di nuova installazione al collettore principale di terra collocato nel locale cabina;
- verifica della rispondenza dell'opera completa alle prescrizioni indicate nella presente relazione tecnica;

All'impianto di terra/equipotenziale dovranno essere collegati:

- Tutte le masse presenti nel locale cabina;
- I poli di terra di tutti i sistemi di presa;
- Le parti metalliche degli apparecchi illuminanti;
- Le carpenterie contenenti apparecchiature elettriche;
- Le canaline metalliche ed i relativi sostegni;
- Le guaine o schermi elettrici dei cavi;
- Tutte le parti metalliche che possono, per un difetto di isolamento, risultare in tensione;

Tutti i circuiti dell'impianto devono pertanto essere dotati di conduttore di protezione (PE), di sezione non inferiore ai limiti normativi (CEI 64-8/5 Sezione 543.1).

Le sezioni minime dei vari condotti, riportate negli schemi unifilari d'impianto, sono state determinate seguendo quanto prescritto nella norma 64-8/5 sezione 543.1.3:

Sezione conduttore di fase (S_f)	Sezione conduttore di protezione (S_{PE})
$S_f \leq 16$	$S_{PE} = S_f$
$16 \leq S_f \leq 35$	$S_{PE} = 16$
$S_f > 35$	$S_{PE} = S_f / 2$

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 provviste di protezioni contro le sovratensioni. Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte. 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.

4.6 Quadri elettrici

L'installazione dei quadri elettrici in genere si attiene a quanto riportato negli schemi unifilari di quadro allegati alla presente relazione di progetto (schemi elettrici 10.4). L'ubicazione dei quadri, precedentemente descritta, è riportata nelle piante di installazione relative allo stabile.

I quadri elettrici generali dovranno essere previsti in accordo alla Norma specifica del CEI 17-13.

I quadri dovranno essere di materiale metallico, con grado di protezione IP55 a porta chiusa e IP20 a porta aperta.

I quadri dovranno essere accompagnati da specifica Dichiarazione di Conformità e targhetta di identificazione ai sensi della Norma del CEI 17-13.

Per il cablaggio dei quadri con l'inserimento delle protezioni previste ed il cablaggio delle varie linee alimentanti le utenze d'impianto si rimanda alla sezione elaborati grafici dove gli schemi di cablaggio sono riportati al paragrafo 10.4 (schemi elettrici).

5 SCHEMA (DESCRIZIONE) DELL'IMPIANTO ELETTRICO E SOLUZIONI PROGETTUALI ADOTTATE

5.1 Report componenti principali impianto

TIPOLOGIA DEL SITO / IMPIANTO
Copertura

CARATTERISTICHE DI CONNESSIONE ALLA RETE DI DISTRIBUZIONE	
Sistema:	Bassa tensione
Tensione nominale:	400 V
Protezione d'interfaccia:	Esterna al convertitore cc/ca
Conforme alla norma CEI 11-20 e ai regolamenti del Gestore di rete:	Sì

MODALITA' DI CONNESSIONE ALLA RETE	
Si avvale del servizio di scambio sul posto?	Sì
L'energia elettrica prodotta dall'impianto coincide con quella immessa in rete?	No

5.2 Moduli

Il generatore fotovoltaico sarà costituito da moduli fotovoltaici del tipo SunPower mod. SPR-MAX3-430 con una vita utile stimata di oltre 20 anni senza degrado significativo delle prestazioni.

Le altre caratteristiche del generatore fotovoltaico sono:

DATI COSTRUTTIVI DEI MODULI	
Costruttore:	SunPower
Sigla:	SPR-MAX3-430
Tecnologia costruttiva:	Silicio monocristallino PERC
Caratteristiche elettriche	
Potenza massima:	430 W
Rendimento:	22,7 %
Tensione nominale:	70,4 V
Tensione a vuoto:	81,4 V
Corrente nominale:	6,11 A
Corrente di corto circuito:	6,57 A
Dimensioni	
Dimensioni:	1812 mm x 1046 mm
Peso:	21,2Kg

5.3 Strutture di sostegno dei moduli

I moduli fotovoltaici verranno installati su idonei profili in alluminio estruso per montaggio pannelli sulla copertura dello stabile.

Il piano dei moduli è inclinato rispetto all'orizzontale e ha un orientamento azimutale pari ai valori indicati nel paragrafo 6.1.

5.4 Convertitori Statici

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

I convertitori c.c./c.a. utilizzati sono idonei 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 11-20 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 11-20 ed a quelle specificate dal distributore elettrico locale. Reset automatico delle protezioni per predisposizione ad avviamento automatico.

Conformità marchio CE.

Grado di protezione adeguato all'ubicazione in prossimità del campo fotovoltaico (IP65).

Dichiarazione di conformità del prodotto alle normative tecniche applicabili, rilasciato dal costruttore, con riferimento a prove di tipo effettuate sul componente presso un organismo di certificazione abilitato e riconosciuto.

Campo di tensione di ingresso adeguato alla tensione di uscita del generatore FV.

Efficienza massima ≥ 90 % al 70% della potenza nominale.

6 CALCOLI ESECUTIVI (RELAZIONE ILLUSTRATIVA), TABELLE E DIAGRAMMI DI COORDINAMENTO DELLE PROTEZIONI

6.1 Calcoli esecutivi (relazione illustrativa)

Il generatore sarà esposto come segue:

- Sezione 1, corpo H, con un orientamento di 29° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 24° (tilt).
- Sezione 2, corpo G" con un orientamento di -37° (azimut) rispetto al sud ed avrà un'inclinazione rispetto all'orizzontale di 24° (tilt).

Il generatore soddisfa le seguenti condizioni:

Limiti in tensione

Tensione minima V_n a $70,00^\circ\text{C}$ (601.6 V) maggiore di $V_{mpp \text{ min.}}$ (150 V)

Tensione massima V_n a $-10,00^\circ\text{C}$ (676 V) inferiore a $V_{mpp \text{ max.}}$ (800,0 V)

Tensione a vuoto V_o a $-10,00^\circ\text{C}$ (774,4 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1000,0 V)

Limiti in corrente

Corrente massima di ingresso riferita a I_{sc} (29,3 A) inferiore alla corrente massima inverter (120,0 A)

Limiti in potenza

Dimensionamento in potenza (101%) compreso tra 80,0% e il 120,0%

7 PIANO DI MANUTENZIONE

Per interventi di ordinaria manutenzione degli impianti si intendono tutti quelli finalizzati a contenere il degrado normale d'uso nonché a far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi, che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto o la loro destinazione d'uso.

Il piano di manutenzione per la parte d'opera oggetto della presente relazione tecnica dovrà articolarsi attraverso i seguenti tipi di ispezioni ed interventi:

SETTIMANALE/MENSILE

- pulizia locali tecnici;
- controllo e pulizia dei quadri;
- pulizia e rimozione degli eventuali strati di polvere che dovessero accumularsi sia in prossimità; dei macchinari che in prossimità di qualsiasi installazione elettrica.

ANNUALE

- ispezione del campo FV in copertura
- serraggio e verifica usura di tutte le connessioni di contatto;
- prove e misure di terra;
- prove e verifiche di isolamento dei conduttori delle linee principali;
- prove e verifiche dei tempi di intervento degli interruttori differenziali;
- verifica carico amperometrico sulle fasi.

APPARECCHIATURE ELETTRICHE - APPARECCHI DI MANOVRA

- controllo del collegamento equipotenziale;
- pulizia della polvere di tutte le parti;
- controllo serraggio connessioni;
- controllo rumorosità di funzionamento;
- controllo libertà di tutte le parti meccaniche ed elettromeccaniche;
- controllo e taratura teleruttori e relè termici;
 - controllo connessioni e collegamenti elettrici;
 - controllo funzionamento servomotori;
 - controllo tensione di alimentazione apparecchiature elettriche.

8 VERIFICA TECNICO-FUNZIONALE A FINE LAVORI

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 assicurino l'osservanza delle due seguenti condizioni:

a) condizione da verificare:

$$P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \cdot I / ISTC;$$

in cui:

- P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;
- P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento [W/m^2] misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;
- ISTC, pari a $1000 W/m^2$, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;

Tale condizione deve essere verificata per $I > 600 W/m^2$.

b) condizione da verificare:

$$P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}.$$

in cui:

- P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente generata dai moduli fotovoltaici continua in corrente alternata, con precisione migliore del 2% .

La misura della potenza P_{cc} e della potenza P_{ca} deve essere effettuata in condizioni di irraggiamento (I) sul piano dei moduli superiore a $600 W/m^2$.

Qualora nel corso di detta misura venga rilevata una temperatura di lavoro dei moduli, misurata sulla faccia posteriore dei medesimi, superiore a $40^\circ C$, è ammessa la correzione in temperatura della potenza stessa. In questo caso la condizione a) precedente diventa:

$$a') P_{cc} > (1 - P_{tpv} - 0,08) \cdot P_{nom} \cdot I / ISTC$$

Ove P_{tpv} indica le perdite termiche del generatore fotovoltaico (desunte dai fogli di dati dei moduli), mentre tutte le altre perdite del generatore stesso (ottiche, resistive, caduta sui diodi, difetti di accoppiamento) sono tipicamente assunte pari all'8%.

Le perdite termiche del generatore fotovoltaico P_{tpv} , nota la temperatura delle celle fotovoltaiche T_{cel} , possono essere determinate da:

$$\square P_{tpv} = (T_{cel} - 25) * \gamma / 100$$

oppure, nota la temperatura ambiente T_{amb} da:

$$\square P_{tpv} = [T_{amb} - 25 + (NOCT - 20) * I / 800] * \gamma / 100$$

in cui:

- γ : Coefficiente di temperatura di potenza (parametro, fornito dal costruttore, per moduli in silicio cristallino è tipicamente pari a $0,4 \div 0,5 \text{ } \%/^{\circ}\text{C}$).
- NOCT: Temperatura nominale di lavoro della cella (parametro, fornito dal costruttore, è tipicamente pari a $40 \div 50^{\circ}\text{C}$, ma può arrivare a 60°C per moduli in vetrocamera).
- T_{amb} : Temperatura ambiente; nel caso di impianti in cui una faccia del modulo sia esposta all'esterno e l'altra faccia sia esposta all'interno di un edificio (come accade nei lucernai a tetto), la temperatura da considerare è la media tra le due temperature.
- T_{cel} : è la temperatura delle celle di un modulo fotovoltaico; può essere misurata mediante un sensore termoresistivo (PT100) attaccato sul retro del modulo.

9 CONCLUSIONI

La produzione di energia elettrica per conversione fotovoltaica dell'energia solare non causa immissione di sostanze inquinanti nell'atmosfera ed ogni kWh prodotto con fonte fotovoltaica consente di evitare l'emissione nell'atmosfera di $0,3 - 0,5 \text{ kg}$ di CO_2 (gas responsabile dell'effetto serra, prodotto con la tradizionale produzione termoelettrica che, in Italia, rappresenta l'80% circa della generazione elettrica nazionale).

Dovranno essere emessi e rilasciati dall'installatore i seguenti documenti:

- manuale di uso e manutenzione, inclusivo della pianificazione consigliata degli interventi di manutenzione;
- dichiarazione attestante le verifiche effettuate e il relativo esito;
- dichiarazione di conformità ai sensi della legge n. 37 del 22/01/2008

- ❑ 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 e, in particolare, alle CEI 11-20 qualora venga impiegato il dispositivo di interfaccia interno al convertitore stesso;
- ❑ 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.

Dott. Ing. Andrea Donetti



10 ELABORATI GRAFICI

10.1 Schemi d'installazione e disegni planimetrici

In allegato alla presente relazione di progetto, con i codici 00-007-RLM-DD-IE-6.1.6_00 LAYOUT IMPIANTO FOTOVOLTAICO, sono stati prodotti i disegni planimetrici per l'impianto oggetto dell'intervento.

