



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



Comunità di Montagna del Gemonese

**PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI
REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI
SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO
DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE
PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 – Next Generation EU
CUP: G23D22000950008**

PROGETTO ESECUTIVO

**RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA 8
Venzone - Palestra**

Elaborato

RTS8



IL TECNICO

N°	DATA	EMISSIONE
01	DIC. 2024	PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICA ED ECONOMICA
02	FEB. 2025	PROGETTO ESECUTIVO
03		

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 – Next Generation EU)

INDICE

1. PREMESSA
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO
3. GENERALITA' DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO
4. DATI RELATIVI AL POSIZIONAMENTO DEL GENERATORE FV
5. DESCRIZIONE DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO
6. QUADRI ELETTRICI PER IMPIANTO FOTOVOLTAICO
7. MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA DALL'IMPIANTO
8. CAVI E COLLEGAMENTI ELETTRICI
9. COLLEGAMENTO ALL'IMPIANTO DI DISPERSIONE A TERRA
10. PROTEZIONE DEL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA
11. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI
12. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI
13. PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE
14. PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO - RIDUZIONE DI EMISSIONI INQUINANTI

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)

1. PREMESSA

La presente **relazione tecnica specialistica** concernente l'impianto fotovoltaico a servizio del sito denominato **VENZONE - PALESTRA** costituisce parte integrante del **progetto esecutivo** (Allegato I.7, Sezione III, Art. 24 del D.Lgs. 31/03/2023 n. 36) relativo all'intervento denominato **"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU) - CUP G23D22000950008.**

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Per la determinazione delle componenti impiantistiche sono state rispettate, oltre alle norme CEI ed UNI in vigore, anche le indicazioni e le prescrizioni delle seguenti leggi e regolamenti:

- Decreto Legislativo 09/04/2008 n. 81 (Testo unico sulla salute e sicurezza sul lavoro) e s.m.i..
- Legge 01/03/1968 n. 186 (Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici - legge della Regola d'Arte).
- Legge 18/10/1977 n. 791 (Attuazione della direttiva CEE n. 73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione).
- Decreto 22/01/2008 n. 37 Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- D.Lgs. 25/11/1996 n. 626 (attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione).
- "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione anno 2012" emessa con Circolare DCPREV prot. 1324 del 7 febbraio 2012 e successiva circolare di chiarimenti prot. 6334 del 04 maggio 2012 relative alla prevenzione incendi, ove applicabile.
- DM 30/03/2022 "*approvazione di norme tecniche di prevenzione incendi per le chiusure d'ambito degli edifici civili*" (in tal senso si rimanda alla nota del Comando Prov.le dei Vigili del Fuoco di Udine Prot. n. **U.0025473 del 4 novembre 2022.**
- "Linee guida per la progettazione, realizzazione e l'esercizio di Sistemi di Accumulo di Energia Elettrica ("Battery Energy Storage System - BESS")" emessa con Circolare n. 21021 del 23 dicembre 2024 del Dipartimento dei Vigili del fuoco.

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)

3. GENERALITA' DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Si prevede la realizzazione di impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica di distribuzione (grid-connected) avente potenza di picco in c.c. pari a **42,24 kWp** (40,0 kW lato c.a.), per una produzione stimata attesa annua di energia pari a circa **43.918,7 kWh/anno**.

L'impianto di cui trattasi sarà connesso alla Rete di Distribuzione dell'energia elettrica di Bassa Tensione in conformità alla "Guida per le connessioni alla rete elettrica di eDistribuzione S.p.A.", alle Norme CEI 0-21 e Delibere ARG/elt 99/08 e ARG/elt 74/08 dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas.

Per il dimensionamento dell'impianto e di tutti i componenti si è fatto riferimento alle prescrizioni di cui Norme CEI ed UNI in vigore. Per il calcolo delle prestazioni dell'impianto si è fatto riferimento ai dati radiometrici di cui alla norma UNI 10349 utilizzando i metodi di calcolo illustrati nella norma UNI 8477-1.

4. DATI RELATIVI AL POSIZIONAMENTO DEL GENERATORE FV

Generatore:	- Posizionamento	1 - Tetto con falde inclinate (retrofit) 2 - Tetto piano (appoggio)
	- Latitudine:	46°15'46"N
	- Longitudine:	13°07'16"E
	- Fonte dati climatici:	UNI 10349
	- Fattore di Albedo:	10%
	- Numero moduli:	96
	- Orientamento moduli (azimut):	≅ - 72°
	- Inclinazione moduli (tilt):	≅ 13°/45°

5. DESCRIZIONE DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

L'impianto fotovoltaico in analisi, concepito per essere connesso alla Rete di Distribuzione dell'energia elettrica (grid-connected) con modalità di connessione Trifase in Bassa Tensione con tensione di fornitura 400V - 50c Hz, sarà sostanzialmente costituito da un campo fotovoltaico composto da complessivi n. **96** moduli fotovoltaici in silicio cristallino (pannelli FV), a Norme CEI EN 61215, con potenza nominale di **440 Wp** ciascuno.

L'installazione dei moduli fotovoltaici sulle coperture esistenti del fabbricato avverrà con soluzione diverse: per la copertura a falde in lamiera aggraffata verrà realizzata tramite appositi supporti in acciaio zincato e in alluminio in modo tale da realizzare due piani di moduli

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)

complanari alle coperture esistenti, inclinati rispetto all'orizzontale di 45° (tilt) ed orientamento azimutale rispettivamente pari a - 72° rispetto al sud., mentre l'installazione dei moduli fotovoltaici sulla copertura piana esistente sarà realizzata con un sistema di fissaggio in appoggio di tipo concatenato/zavorrato in modo tale da realizzare un piano dei moduli inclinato rispetto all'orizzontale di 13° (tilt) ed orientamento azimutale pari a - 72° rispetto al sud. Il sistema di fissaggio sarà costituito da una orditura costituita da supporti e profili a "L" in alluminio completa di zavorre/contrappesi e fissaggi integrativi con ancoranti chimici in base allo schema di montaggio fornito dal costruttore del sistema di fissaggio.

Gli ancoraggi saranno dimensionati per resistere a compressive fino a 240 kg/mq (Pressione cinetica di riferimento - $q_b = 53,33 \text{ daN/m}^2$; Velocità di riferimento - $V_b = 30,02 \text{ m/s}$).

L'architettura dell'impianto sarà sostanzialmente realizzata come segue:

Generatore n. 1 Fronius SYMO 20,0-3-M	Stringa n. 1 - 16 moduli	21.120 Wp	42,24 kWp
	Stringa n. 2 - 16 moduli		
	Stringa n. 3 - 16 moduli		
Generatore n. 2 Fronius SYMO 20,0-3-M	Stringa n. 1 - 16 moduli	21.120 Wp	
	Stringa n. 2 - 16 moduli		
	Stringa n. 3 - 16 moduli		

La conversione dell'energia da corrente continua a corrente alternata sarà affidata ad un gruppo di conversione composto da n. **2 inverter** di tipo trifase 400 V da **20,0 kW** di potenza nominale lato c.a., ciascuno dotato di n. 2 inseguitori MPPT, adatti al trasferimento della potenza dal campo fotovoltaico alla rete del distributore in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza vigenti applicabili con particolare riferimento alle Norme CEI 0-21 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti bassa tensione delle imprese distributrici di energia elettrica" in grado di seguire il punto di massima potenza del relativo campo fotovoltaico sulla curva I-V caratteristica (MPPT).

I valori delle tensioni e delle correnti di ingresso delle apparecchiature/ottimizzatori/inverter sono compatibili con quelli del campo fotovoltaico, mentre i valori delle tensioni e delle frequenze in uscita sono compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto. I valori di tensione alle varie temperature di funzionamento (minima, massima e d'esercizio) rientrano nel range di accettabilità ammesso dagli inverter.

Inverter 1	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	16	16
Stringhe in parallelo:	2	1
Esposizioni:	Esposizione 1	Esposizione 1
Tensione di MPP (STC):	507,2 V	507,2 V
Numero di moduli:	32	16

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)

Inverter 2	MPPT 1	MPPT 2
Moduli in serie:	16	16
Stringhe in parallelo:	2	1
Esposizioni:	Esposizione 2	Esposizione 2
Tensione di MPP (STC):	507,2 V	507,2 V
Numero di moduli:	32	16

Il generatore soddisfa le seguenti condizioni:

Generatore

Limiti in tensione

- Tensione minima V_n a 70,00 °C (438,1 V) maggiore di $V_{mpp\ min.}$ (200,0 V)
- Tensione massima V_n a -10,00 °C (561,0 V) inferiore a $V_{mpp\ max.}$ (800,0 V)
- Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (668,2 V) inferiore alla tensione max. dell'inverter (1.000 V)
- Tensione a vuoto V_o a -10,00 °C (668,2 V) inferiore alla tensione max. di isolamento (1.500 V)

Limiti in corrente

- Corrente di ingresso a I_{sc} (29,2 A) inferiore alla corrente massima dell'inverter (33,0 A)

Gli inverter previsti in progetto, sprovvisti di separazione galvanica tra lato a.c. e c.c., per le loro caratteristiche costruttive non potranno immettere correnti di guasto continue in rete, conformemente a quanto prescritto dalla norma IEC 60364-7-712:2002 e dalla norma nazionale CEI 64-8/7.

Inoltre, come stabilito dalla delibera 84/2012/R/EEL e dalla norma CEI 0-21, gli inverter devono poter funzionare con fattore di potenza diverso da 1.

Per tutti gli inverter in impianti di potenza complessiva superiore a 6 kW:

- un fattore di potenza istantaneo regolabile compreso tra $\cos\varphi=0,90$ in assorbimento di reattivo (comportamento induttivo) e $\cos\varphi=0,90$ in erogazione di reattivo (comportamento capacitivo), secondo la curva di capability "triangolare" illustrata nella norma CEI 0-21;
- assorbimento o erogazione di una potenza reattiva fino al 48,43 % della potenza attiva nominale, per qualsiasi valore istantaneo della potenza attiva erogata, secondo la curva di capability "rettangolare" illustrata nella norma CEI 0-21.

Infine, in ottemperanza alla delibera 642/2014/R/EEL e conformemente alle disposizioni della variante V1/2019-04 delle norme CEI 0-21, il convertitore sarà in grado di introdurre un ritardo intenzionale all'attivazione delle funzioni P(f) e Q(V).

Sarà prevista l'installazione di una Protezione di Interfaccia (SPI) esterna, conforme alle Norme CEI 0-21, predisposta per comando di telesesto ed in grado di ricevere segnali su protocollo

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)

serie IEC 61850 certificato di livello A, associata ad un contattore onnipolare di categoria AC3 (DDI) idoneo al sezionamento in conformità alla Norma CEI 0-21.

Trattandosi di impianto avente potenza nominale (lato a.c.) **superiore** a 20KWp sarà prevista l'installazione di un **dispositivo di rinalzo al DDI**. Il sistema di protezione di interfaccia dovrà ottemperare a quanto previsto dalle Norme CEI 0-21, App. A1, A2, A3 e A4.

Il sistema di protezione di interfaccia dovrà ottemperare a quanto previsto dalle Norme CEI 0-21, App. A1, A2, A3 e A4.

6. QUADRI ELETTRICI PER IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Per la protezione dei componenti sul lato c.c. e sul lato c.a. sono stati previsti:

- **Quadro di Campo e di Manovra** lato corrente continua, installato a monte dei convertitori per il sezionamento, la protezione elettrica, e la protezione contro le sovratensioni dei componenti sul lato c.c.;
- **Quadro di Interfaccia Rete** lato corrente alternata, contenente il parallelo dei generatori i dispositivi di sezionamento dei componenti e delle linee in uscita dai gruppi di conversione ed il sistema di protezione di interfaccia.

I quadri saranno realizzati e provati secondo le norme CEI EN 60439 (CEI 17-113) e saranno accompagnati dalla relativa dichiarazione di conformità rilasciata dal costruttore del quadro.

I quadri saranno protetti con grado di protezione adatto all'ambiente d'installazione e protetti dall'eventuale caduta di liquidi od oggetti dall'alto.

7. MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA DALL'IMPIANTO:

Considerato che la realizzazione dell'impianto fotovoltaico è propedeutico alla costituzione di un CER, per la misurazione dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico sarà prevista l'installazione, a cura del Gestore della Rete elettrica, di un misuratore dell'energia totale prodotta dal sistema fotovoltaico (M2) immediatamente a valle del gruppo di conversione dell'energia in modo che la connessione tra l'apparato ed il sistema di misura sia facilmente controllabile.

8. CAVI E COLLEGAMENTI ELETTRICI

I cablaggi ed i collegamenti elettrici sono dimensionati ed impiegati in conformità alle Norme CEI in vigore ed al Regolamento Prodotti per Costruzione (UE305/2011).

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)

In dipendenza delle condizioni di posa verranno principalmente impiegati:

- cavi unipolari con guaina del tipo H1Z2Z2-K a Norme EN 50575:2016 Eca, per il collegamento dei componenti lato c.c.;
- cavi elettrici unipolari tipo FS17 450/750V (CPR Cca-s3, d1, a3) con isolante in PVC tipo S17, conformi alle norme CEI 20-14, CEI UNEL 35716-35016, CEI EN 50525, EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016 per i cablaggi interni ai quadri, collegamenti equipotenziali, ecc.;
- cavi elettrici uni-multipolari tipo FG16(O)R16 0,6/1 kV (CPR Cca-s3, d1, a3) con isolante in gomma HEPR di qualità G16, conformi alle norme CEI 20-13, CEI 20-38 pqa, IEC 60502-1, CEI UNEL 35324 -35328-35016, EN 50575:2014 e EN 50575/A1:2016, per posa all'esterno, a vista o all'interno di tubazioni o canali.

Tutti i conduttori saranno in rame e contraddistinti dai colori prescritti dalle tabelle CEI-UNEL 00722; in particolare il neutro "blu chiaro" e quello di protezione "giallo-verde". I conduttori impiegati per i circuiti in c.c. saranno opportunamente identificati con indicazione del positivo con "+" o colore "rosso" e del negativo con "-" o colore "nero".

Nei passaggi di pareti o compartimenti antincendio saranno previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti stesse. Le caratteristiche di resistenza al calore anormale e al fuoco dei materiali utilizzati dovranno soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

9. COLLEGAMENTO ALL'IMPIANTO DI DISPERSIONE A TERRA

Considerato l'impiego di un gruppo di conversione (inverter) privo di separazione galvanica tra lato c.c. e lato a.c., il campo fotovoltaico sarà gestito come estensione del sistema TT, ovvero connesso a terra tramite la rete. Un eventuale guasto a terra su una massa lato c.c., determina l'intervento della protezione differenziale di tipo A installato sul lato a.c. A seguito di tale intervento il campo fotovoltaico rimane attivo e si configura un sistema IT fino all'inverter che va in stand-by in mancanza della tensione di rete.

Le strutture di sostegno e le cornici dei moduli verranno collegate all'impianto di dispersione a terra esistente.

10. PROTEZIONE DEL COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA

La protezione nei confronti della rete di distribuzione pubblica sarà effettuata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 0-21 e dai criteri di allacciamento di impianti di produzione alla

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)

rete BT di e-Distribuzione e da quanto disposto dall'allegato A.70 di Terna, in ottemperanza alla delibera 84/2012/R/EEL.

L'impianto sarà dotato di un sistema di protezione articolato su tre livelli:

- dispositivo di generatore: verrà installato, immediatamente a valle di ciascun gruppo di conversione all'interno del Quadro di Interfaccia, un dispositivo (interruttore magnetotermico) in grado di soddisfare i requisiti sul sezionamento in ottemperanza alle Norme CEI 64-8.
- dispositivo di interfaccia: in ottemperanza a quanto previsto dalle Norme CEI 0-21, il dispositivo sarà installato all'esterno del gruppo di conversione.

Tale dispositivo sarà in grado di provocare il distacco del sistema di generazione in caso di guasto sulla rete elettrica conformi in conformità a quanto previsto dalle Norme CEI 0-21 e Delibera 84/2012/R/EEL.

Le funzioni da esso assolte saranno le seguenti:

PROTEZIONE	SOGLIA DI INTERVENTO	TEMPO DI INTERVENTO
Massima tensione (59.S1 misura a media mobile su 10 min, in accordo a CEI EN 61000-4-30)	1,1 U _n	≤3 s
Massima tensione (59.S2)	1,15 U _n	0,2 s
Minima tensione (27.S1)	0,85 U _n	1,5 s
Minima tensione (27.S2)	0,4 U _n	0,2 s
Massima frequenza (81>S1) * ◇	50,2 Hz	0,1 s
Minima frequenza (81<S1) * ◇	49,8 Hz	0,1 s
Massima frequenza (81>S2) ◇	51,5 Hz	0,1 s ÷ 5 s
Minima frequenza (81<S2) ◇	47,5 Hz	0,1 s ÷ 5 s

* Soglia abilitata solo con segnale esterno al valore alto e con comando locale alto
◇ Per valori di tensione al di sotto di 0,2 V_n, la protezione di massima/minima frequenza si deve inibire.

- dispositivo generale e relativa protezione generale: installato nel Quadro Connessione Rete (QCR) a valle del punto di connessione.

11. PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

La protezione contro i cortocircuiti sul lato in corrente continua sarà assicurata dalla caratteristica tensione-corrente dei moduli fotovoltaici, che limita la corrente di cortocircuito degli stessi a valori noti e di poco superiori alla loro corrente nominale e sicuramente inferiori alla portata I_z dei cavi. La protezione contro i cortocircuiti sul lato in corrente alternata, in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8 Cap. 434, sarà realizzata con interruttori automatici in grado di interrompere le correnti di cortocircuito che possono verificarsi nell'impianto in modo tale da garantire che nei conduttori protetti non si raggiungano temperature pericolose.

12. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante l'utilizzo di componenti in Classe II o tramite componenti in Classe I adottando la protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione:

- a) il sistema di protezione deve intervenire quando sulle masse si verificano tensioni di contatto pericolose per le persone;
- b) le tensioni di contatto devono essere eliminate in tempi sufficientemente brevi (stabiliti in base alla curva di sicurezza) per la protezione del corpo umano;

Per i sistemi di 1a categoria senza propria cabina di trasformazione si attua la protezione prevista per il sistema TT, che consiste nella protezione tramite interruttore differenziale. Tutte le masse del sistema TT devono essere collegate all'impianto di terra mediante un conduttore di protezione; inoltre tutti gli apparecchi protetti dallo stesso differenziale devono essere collegati allo stesso impianto di terra. Devono essere protetti contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

La protezione contro i contatti indiretti è realizzata impiegando interruttori automatici differenziali, coordinati con l'impianto di terra secondo la formula:

$$R_a \times I_a \leq 50$$

dove:

R_a = somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione (ohm);

I_a = corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione (ampere); (essendo il dispositivo di protezione un interruttore differenziale I_a è la corrente nominale differenziale I_{dn}).

50 (V) = tensione di contatto limite.

Essendo peraltro, in un sistema TT, la resistenza del conduttore di protezione trascurabile, si può ritenere $R_a = R_t$; la caratteristica di intervento di un interruttore differenziale è tale che una volta soddisfatta la condizione:

$$R_t \leq 50 / I_{dn}$$

le tensioni totali di terra sono eliminate entro i tempi stabiliti dalla curva di sicurezza, per qualsiasi guasto a terra (franco o non franco).

13. PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

L'installazione del generatore fotovoltaico non modifica entità del rischio relativo al fulmine (per

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)

quanto riguarda la perdita di vite umane), non si è quindi provveduto alla rivalutazione del rischio relativo al fulmine poiché tale analisi e gli eventuali relativi provvedimenti saranno individuati nell'ambito della valutazione dei rischi da parte del datore di lavoro, non oggetto del presente incarico professionale.

In ogni caso, il rischio da fulmine è stato comunque ridotto grazie all'impiego di un impianto integrativo (LPS interno) costituito da limitatori di sovratensione (SPD) sulle linee provenienti dal generatore fotovoltaico sul lato c.c. e sui componenti a.c. in uscita dai gruppi di conversione.

14. PRESTAZIONI DELL'IMPIANTO - RIDUZIONE DI EMISSIONI INQUINANTI

La valutazione della risorsa solare disponibile è stata effettuata in base alla Norma UNI 10349, prendendo come riferimento la località che dispone dei dati storici di radiazione solare nelle immediate vicinanze di Venzone.

TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE SUL PIANO ORIZZONTALE

Mese	Totale giornaliero [MJ/m ²]	Totale mensile [MJ/m ²]
Gennaio	4,81	149,11
Febbraio	7,86	220,08
Marzo	10,07	312,17
Aprile	14,42	432,6
Maggio	21,53	667,43
Giugno	22,2	666
Luglio	22,08	684,48
Agosto	20,81	645,11
Settembre	14,97	449,1
Ottobre	8,24	255,44
Novembre	5	150
Dicembre	3,92	121,52

I generatori fotovoltaici saranno esposti con un orientamento azimutale rispettivamente pari a -72° rispetto al sud ed inclinazione rispetto all'orizzontale di 45°/13° (tilt).

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)

**TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE
(Esposizione 1 - azimut -72° - tilt 45°)**

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	0,854	0,548	0,039	1,44	44,649
Febbraio	1,38	0,778	0,063	2,221	62,183
Marzo	1,446	1,043	0,081	2,571	79,694
Aprile	1,668	1,669	0,117	3,454	103,605
Maggio	2,727	2,105	0,228	5,06	156,869
Giugno	2,626	2,426	0,236	5,288	158,627
Luglio	3,037	1,878	0,234	5,149	159,633
Agosto	2,926	1,778	0,22	4,924	152,63
Settembre	2,405	1,176	0,157	3,738	112,135
Ottobre	1,314	0,858	0,066	2,239	69,404
Novembre	0,833	0,588	0,04	1,462	43,856
Dicembre	0,607	0,522	0,032	1,161	35,988

**TABELLA DI RADIAZIONE SOLARE
(Esposizione 2 - azimut -72° - tilt 13°)**

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	0,75	0,633	0,003	1,387	42,983
Febbraio	1,32	0,899	0,006	2,225	62,286
Marzo	1,54	1,207	0,007	2,754	85,367
Aprile	1,94	1,931	0,01	3,88	116,41
Maggio	3,311	2,435	0,02	5,766	178,735
Giugno	3,201	2,805	0,021	6,027	180,805
Luglio	3,712	2,172	0,021	5,904	183,024
Agosto	3,468	2,057	0,019	5,544	171,873
Settembre	2,659	1,36	0,014	4,032	120,972
Ottobre	1,304	0,993	0,006	2,303	71,384
Novembre	0,749	0,68	0,004	1,433	42,985
Dicembre	0,521	0,603	0,003	1,127	34,949

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)

TABELLA DI PRODUZIONE ENERGIA

Mese	Totale giornaliero [kWh]	Totale mensile [kWh]
Gennaio	50,26	1558,048
Febbraio	79,117	2215,278
Marzo	94,677	2935
Aprile	130,522	3915,652
Maggio	192,18	5957,583
Giugno	201,363	6040,898
Luglio	196,127	6079,937
Agosto	186,137	5770,24
Settembre	137,831	4134,916
Ottobre	80,829	2505,693
Novembre	51,453	1543,589
Dicembre	40,708	1261,952

In base alle norme UNI 8477-1 e UNI 10349, l'irraggiamento calcolato su moduli esposti rispettivamente a -72° rispetto al sud ed inclinazione rispetto all'orizzontale di 45°/13° (tilt) con un fattore di albedo 10 % risulta essere pari rispettivamente a **1.286,79 kWh/m²a** e **1.344,78 kWh/m²a**. per le diverse esposizioni.

La potenza alle condizioni STC (irraggiamento dei moduli di 1000 W/m², 25°C di temperatura, AM = 1,5) risulta essere:

$$P_{STC} = P_{MODULO} * N^{\circ} MODULI = 440 W * 96 = 42.240 W$$

L'energia totale prodotta dal Generatore alle condizioni STC si calcola come segue:

$$E_{STC} = P_{STC} * I / 1000 * (1-Disp) = 43.918,7 kWh$$

dove

I = Irraggiamento medio annuo

Disp = Perdite di potenza ottenute da

Perdite per ombreggiamento:	8,6 % - 3,9 %
Perdite per aumento di temperatura:	2,8 % - 2,9 %
Perdite di mismatching:	5,0 %
Perdite in corrente continua:	1,5 %
Altre perdite (sporcizia, tolleranze...):	5,0 %
Perdite per conversione:	2,4 %
Perdite totali:	22,9 % - 19,1 %

COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE

"PRODUZIONE DI ENERGIA DA FONTI RINNOVABILI LOCALI. REALIZZAZIONE DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI SU EDIFICI COMUNALI DEL TERRITORIO DELLA COMUNITÀ DI MONTAGNA DEL GEMONESE" (PNRR: M2C1 - Intervento 3.2 - Next Generation EU)

L'impianto contribuirà alla riduzione di emissioni inquinanti in atmosfera secondo la seguente tabella annuale:

Equivalenti di produzione termoelettrica	
Anidride solforosa (SO ₂):	30,78 kg
Ossidi di azoto (NO _x):	38,75 kg
Polveri:	1,37 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	22,90 t

Equivalenti di produzione geotermica	
Idrogeno solforato (H ₂ S) (fluido geotermico):	1,35 kg
Anidride carbonica (CO ₂):	0,26 t
Tonnellate equivalenti di petrolio (TEP):	8,21 TEP

Il Tecnico
Per. Ind. Paolo Blarasin

