



Unione Europea



LAVORI DI RICOSTRUZIONE DEL PLESSO SCOLASTICO DI VIA FORNO - "I.C. BASILE DON MILANI" - CUP: J75E23000090009

PR CAMPANIA FESR 2021-2027 - ASSE 2 - OBIETTIVO SPECIFICO 2.1 AZIONE 2.1.3 E OBIETTIVO SPECIFICO 2.4 AZIONE 2.4.4

ELABORATI GRAFICI

RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI

LIVELLO DI PROGETTAZIONE:

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA

TAVOLA

R.IE-01

REVISIONE:

DATA:

SCALA

COMMITTENTE

AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI PARETE

DATA

Marzo 2025

PROGETTISTA

Ufficio Tecnico Comunale

RESPONSABILE UNICO DEL PROGETTO

Arch. Giuseppe Miraglia

LAVORI DI RICOSTRUZIONE DEL PLESSO SCOLASTICO

I.C. BASILE – DON MILANI, PARETE (CE)

Impianti elettrici e speciali

Relazione tecnica specialistica

INDICE

1. PREMESSA	4
2. IMPIANTI ELETTRICI	4
2.1. Normativa di riferimento	4
2.2. Schema di impianto e rete di distribuzione	5
2.3. Cabina di trasformazione	6
2.4. Quadri elettrici	7
2.5. Proporzionamento linee di distribuzione	8
2.6. Protezioni al sovraccarico e al corto circuito	8
2.6.1. Protezione contro i sovraccarichi	8
2.6.2. Protezione contro il corto circuito	9
2.7. Cavi	10
2.8. Canalizzazioni	10
2.9. Illuminazione artificiale	11
2.10. Componenti forza motrice	15
2.11. Impianto di messa a terra, protezione dai contatti indiretti, egualizzazione del potenziale	16
2.12. Protezione contro le scariche atmosferiche	17
3. IMPIANTI SPECIALI	18
3.1. Impianto di rivelazione e allarme incendio	18
3.2. Impianti di trasmissione dati	20
3.3. Sistema di controllo e gestione degli impianti elettrici e meccanici (BMS)	22
3.3.1. Classificazione ai sensi della norma EN15232	22
3.3.2. Descrizione del sistema BMS	26
4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO	31
4.1. Moduli fotovoltaici	33
4.2. Gruppo di conversione	34
4.3. Configurazione del generatore fotovoltaico	35

4.4.	Producibilità energetica	39
4.5.	Strutture di supporto	40
4.6.	Requisiti particolari	40

1. PREMESSA

Il presente progetto si inserisce nel piano di interventi di ricostruzione del plesso scolastico di Via Forno dell'Istituto Comprensivo "Basile – Don Milani", ubicato nel Comune di Parete, provincia di Caserta.

In particolare, il presente documento descrive le dotazioni impiantistiche di illuminazione, forza motrice, rivelazione incendi, trasmissione dati, impianto fotovoltaico e sistema di controllo e gestione dell'edificio (BMS).

2. IMPIANTI ELETTRICI

2.1. *Normativa di riferimento*

L'impianto elettrico sarà realizzato in conformità della legge 186 del 1° marzo 1968, che indica nelle norme emanate dal Comitato Elettrotecnico Italiano i criteri necessari per la realizzazione secondo buona tecnica.

In particolare, si dovrà fare riferimento alle seguenti norme e guide CEI e UNEL, non escludendo il ricorso ad altre norme pertinenti, non citate:

- CEI 64-8: Norme per gli impianti elettrici utilizzatori
- CEI 64-52: Guida all'esecuzione di impianti elettrici negli edifici scolastici
- CEI EN 61439: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)
- UNEL 35023-70: Portate dei cavi in regime permanente.
- UNEL 35023-71: Cadute di tensione dei cavi.

Vanno, inoltre, rispettate:

- Le norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro (D. Lgs. 81/2016 e s.m.i.).

- Il DPR n. 151 del 1/8/2011: “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi”
- Il D.M. 26 agosto 1992: “Norme di prevenzione incendi per l'edilizia scolastica”.
- Le prescrizioni e le raccomandazioni degli organismi preposti ai controlli o comunque determinanti ai fini dell'installazione e dell'esercizio: INAIL, ASL.
- Le prescrizioni dettate dal D.M. 37/2008 e s.m.i. in relazione alla sicurezza degli impianti.
- Le prescrizioni dettate dal D. Lgs. 28/2011 e s.m.i. in relazione all'obbligo di integrazione delle fonti rinnovabili.

2.2. Schema di impianto e rete di distribuzione

L'alimentazione elettrica dell'edificio oggetto dell'intervento sarà derivata da un nuovo punto di fornitura in media tensione. In particolare, il Quadro elettrico generale (QEG) del complesso scolastico sarà alimentato dal quadro generale di bassa tensione (QGBT) ubicato nella cabina di trasformazione che sarà realizzata su confine del lotto, in prossimità dei parcheggi e dell'accesso pedonale alla struttura.

Tutte le utenze dell'edificio saranno alimentate a partire dal nuovo quadro elettrico QEG, che sarà ubicato al piano terra, in apposito locale tecnico sito nell'ala sinistra dell'edificio. Da esso partiranno, quindi, le linee di alimentazione delle utenze distribuite di luce e FM interne e le linee di alimentazione di utenze particolari, quali gli impianti di climatizzazione, l'ascensore e gli impianti speciali, oltre alle linee di alimentazione dei quadri elettrici del primo piano, della palestra, della cucina e dell'auditorium. Dai quadri di ciascuna zona partiranno le linee di alimentazione delle utenze distribuite luce e FM ad esso afferenti.

L'alimentazione ordinaria, garantita dalla fornitura elettrica, servirà ad assicurare il normale funzionamento di tutti i servizi generali (luce e forza motrice) la cui interruzione non compromette la sicurezza degli occupanti l'edificio.

In merito all'alimentazione per le utenze strettamente connesse alla sicurezza delle persone, l'illuminazione di sicurezza indicante le vie di esodo sarà garantita da apparecchiature illuminanti autonome dedicate allo scopo, mentre il funzionamento del sistema di rivelazione incendi sarà garantito da batterie di accumulatori integrati nelle relative centrali di controllo, che consentono una autonomia di funzionamento superiore a 30 minuti.

2.3. Cabina di trasformazione

La cabina di trasformazione avrà una potenza installata dimensionata in funzione della potenza delle apparecchiature e degli impianti da alimentare, e sarà equipaggiata con le seguenti apparecchiature:

- Quadro MT composto da:
 - Scomparto di arrivo della fornitura elettrica (dalla cabina di consegna)
 - Scomparto di protezione generale
- N. 1 Trasformatore MT/bt 20/0,4 kV, di potenza 400 kVA
- N. 1 Quadro di bassa tensione contenente le protezioni di bassa tensione del trasformatore, il dispositivo di protezione contro le sovratensioni e l'interruttore di protezione del circuito di alimentazione del quadro generale di edificio, oltre alle apparecchiature necessarie all'alimentazione dei servizi ausiliari di cabina
- UPS per i servizi ausiliari
- Impianti di servizio (illuminazione, prese, ventilazione, con relativa distribuzione elettrica di potenza e di segnale).

Il quadro MT avrà tensione di esercizio 20 kV, tensione di isolamento 24 kV, corrente nominale delle sbarre e dei dispositivi di sezionamento e interruzione 630 A. Esso sarà del tipo con isolamento in aria. Le caratteristiche tecniche di dettaglio sono riportate nel capitolato speciale d'appalto e negli elaborati grafici di progetto.

Il quadro QMT sarà conforme alla norma IEC 62271-200, a prova d'arco interno sul fronte e sul lato (IAC A-FL), a totale garanzia di sicurezza per gli operatori, che potranno avvicinarsi ai quadri dal fronte e lateralmente, essendo impedito, per il posizionamento dei quadri addossato alla parete, l'accesso dal retro. Tutti gli interblocchi e le sicurezze fondamentali all'interno di ogni scomparto saranno gestiti da interblocchi meccanici ed elettrici, conformemente alla norma CEI EN 62271-200 (CEI 17-6), in modo che componenti

manovrabili a vuoto vengano aperti e/o chiusi solo dopo l'apertura del corrispondente interruttore.

Il trasformatore sarà del tipo in resina, con tensione di corto circuito 6%, rapporto di trasformazione 20.000/400 V con avvolgimenti primario e secondario separati e collegamenti del tipo Dy11. Gli avvolgimenti secondari avranno il neutro messo a terra, attraverso collegamento all'impianto di terra di cabina.

Il trasformatore sarà equipaggiato con sonde di temperatura cablate in cassetta IP54 e centralina termometrica, ventilazione forzata e centralina di comando dei ventilatori e sarà prevista l'attivazione di allarmi in caso di sovratemperatura.

La tabella seguente riporta le caratteristiche tecniche principali del trasformatore MT/bt:

Potenza nominale	400 kVA
Servizio	Distribuzione
Raffreddamento	AN
Fn	50 Hz
Norme di riferimento	IEC60076-11
Tensione primaria a vuoto	20 kV
Regolazione primario	$\pm 2 \times 2,5 \%$
Tensione secondaria a vuoto	400 V
Gruppo vettoriale	Dyn11
Livello d'isolamento al I°	24 / 50 / 125 kV
Tipo avvolgimento I/II°	Inglobato / Impregnato
Classe d'isolamento I°/II°	F / F
Materiale avvolgimento I°/II°	Al / Al
Classe (ambientale, climatica, fuoco)	E2-C2-F1
Max temp. ambiente di progetto	40 °C
Installazione	Interna
Grado di protezione trasformatore	IP00
Po a 1 Vn	675 W
Pcc a 120°C e Sn	4500 W
Vcc a 75°C e Sn	6 %

2.4. Quadri elettrici

Il quadro generale di bassa tensione QGBT sarà alloggiato nella cabina di trasformazione. Il quadro elettrico QEG sarà alloggiato al piano terra dell'edificio, nel locale tecnico dedicato, adiacente l'ascensore, in posizione facilmente accessibile per consentire l'eventuale manovra dei dispositivi di comando dei circuiti.

Analogamente, i quadri elettrici del piano superiore e delle altre aree saranno alloggiati nei relativi locali.

I quadri sono previsti con carpenteria metallica e grado di protezione idoneo allo specifico luogo di installazione. Per ulteriori approfondimenti si rimanda agli allegati grafici di progetto e schemi elettrici unifilari.

2.5. *Proporzionamento linee di distribuzione*

Per il dimensionamento della rete di distribuzione si è proceduto dapprima all'analisi dei carichi, i cui risultati sono riassunti nelle allegate tabelle di calcolo e dimensionamento. Fissati, quindi, i valori delle correnti circolanti nei vari rami della rete, si è dimensionata la stessa, imponendo che la caduta di tensione massima non superi i limiti rispettivamente del 3% e del 4% per i circuiti luce e f.m. Si è inoltre verificata l'adeguatezza della portata dei cavi rispetto alle correnti di impiego, imponendo delle riduzioni della portata in funzione delle condizioni di posa, come richiesto dalle Norme.

Il dimensionamento è stato effettuato con l'ausilio di un programma di calcolo i cui risultati sono riportati nel Report dei Calcoli elettrici.

2.6. *Protezioni al sovraccarico e al corto circuito*

2.6.1. *Protezione contro i sovraccarichi*

Le apparecchiature scelte assicurano la protezione in conformità con le prescrizioni di cui alla Norma CEI 64-8. Le verifiche relative sono riportate nell'elaborato di calcolo elettrico.

Si è riscontrato come, avendo agito sul dimensionamento dei cavi e sulle protezioni, i valori di portata delle linee siano sempre maggiori delle corrispondenti correnti nominali della protezione, così da assicurare il coordinamento.

In particolare, i conduttori avranno caratteristiche tali che la loro portata (I_z) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego (I_b) (valore di corrente calcolato in funzione della potenza assorbita).

Gli interruttori automatici magnetotermici installati a protezione dei circuiti avranno una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego (I_b) e la portata nominale del cavo (I_z), oltre che una corrente in funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z).

Si è verificato come, avendo agito sul dimensionamento dei cavi e sulle protezioni, i valori di corrente delle linee siano sempre maggiori dei corrispondenti della protezione, così da assicurare un corretto coordinamento:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI.

2.6.2. Protezione contro il corto circuito

Con l'ausilio del già citato programma di calcolo, si sono valutate le correnti di corto circuito trifase e tra fase e neutro. Alla luce di tali calcoli sono state scelte le apparecchiature di protezione, aventi le caratteristiche indicate negli schemi elettrici, mentre le verifiche sono riportate nelle tabelle di calcolo e dimensionamento.

In particolare, gli interruttori automatici magnetotermici installati a protezione dei circuiti, dovranno interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto, per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione seguente (norme CEI 64-8):

$$I^2 t \leq K^2 S^2$$

Essi avranno un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante, $I^2 t$, lasciata passare dal dispositivo a monte, non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

2.7. Cavi

Le linee elettriche saranno realizzate in cavo. Stanti le peculiari caratteristiche della struttura, si è preferita l'adozione di cavi con accresciute caratteristiche qualitative, soprattutto in relazione alle condizioni di sicurezza che è opportuno garantire nello stabile. In particolare, si sono prescelti cavi non propaganti l'incendio, non propaganti la fiamma, senza emissioni di gas corrosivi in caso di incendio, a ridottissima emissione di gas tossici e di fumo in caso di incendio (rispondenti alle norme CEI 20-22 II, CEI 20-35, CEI 20-37 I, II, III, CEI 20-38).

In particolare, per le linee elettriche della distribuzione principale, posate in cavidotto interrato, e per le dorsali elettriche della distribuzione secondaria, posate in tubazione rigida in controsoffitto, si utilizzeranno cavi del tipo FG16(O)M16 (designazione CPR), multipolari, tensione nominale $U_0/U = 0,6/1\text{kV}$.

Per i circuiti terminali della distribuzione elettrica secondaria, installati in tubazioni flessibili sottotraccia o sottopavimento, si utilizzeranno cavi del tipo FG17 (designazione CPR), unipolari, tensione nominale $U_0/U = 450/750\text{ V}$.

Questi ultimi dovranno essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle UNEL.

In particolare:

- a) il bicolore giallo-verde è riservato esclusivamente all'isolante dei conduttori di protezione, di terra ed equipotenziali;
- b) il colore blu chiaro è riservato all'isolante del conduttore neutro;
- c) i colori nero, marrone e grigio sono riservati all'isolante dei conduttori di fase.

2.8. Canalizzazioni

La distribuzione secondaria, all'interno dell'edificio, avverrà prevalentemente sottotraccia o sotto pavimento, con tubazioni flessibili, aventi diametri $\phi 20\text{ mm}$, $\phi 25\text{ mm}$ e $\phi 32\text{ mm}$, in funzione della sezione dei cavi contenuti. I tubi sono stati previsti in materiale termoplastico

(PVC) e il loro diametro interno dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti e dovrà permettere di sfilare i cavi con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi.

La distribuzione principale, dai quadri verso gli ambienti, sarà in passerella metallica del tipo a filo, installata al di sopra delle controsoffittature dei corridoi.

2.9. *Illuminazione artificiale*

L'impianto di illuminazione dell'edificio, nel rispetto delle esigenze di risparmio energetico, dovrà ottemperare ai seguenti requisiti:

- illuminamento minimo e uniformità di illuminazione,
- ripartizione della luminanza,
- limitazione dell'abbagliamento,
- direzionalità della luce,
- tonalità e resa dei colori.

Il livello di illuminamento e gli altri parametri di qualità sono stati dimensionati in base alla normativa. La progettazione illuminotecnica è stata eseguita in conformità alle indicazioni della norma UNI EN 12464-1 ed. 2013, pertanto l'impianto di illuminazione artificiale garantirà il rispetto dei requisiti illuminotecnici riportati nella seguente tabella (dove E_m è l'illuminamento medio mantenuto espresso in lux, UGRL è l'indice di abbagliamento, U_0 è l'uniformità, calcolata come rapporto tra illuminamento medio e illuminamento minimo, Ra è l'indice di resa cromatica):

Tipo di interno, compito, attività	Illuminamento medio E_m (lx)	Indice di abbagliamento UGRL	Indice di resa cromatica Ra
Aule e Laboratori	500	19	80
Auditorium	500	19	80
Uffici	500	19	80
Corridoi	100	19	80
Bagni	200	25	80
Archivi	200	25	80
Sale docenti	300	19	80

I calcoli illuminotecnici sono stati condotti con l'ausilio del software "Dialux Evo", imponendo le seguenti ipotesi alla base del calcolo per tutti gli ambienti:

- Coefficienti di riflessione per pareti/soffitto/pavimento: 70/70/50 %
- Fattore di manutenzione: 0,8.

Il fattore di manutenzione utilizzato nel calcolo illuminotecnico tiene conto delle caratteristiche dell'apparecchio, delle condizioni di installazione e della manutenzione programmata, secondo la formula:

$$MF = LLMF \times LSF \times LMF$$

Dove:

MF = fattore di manutenzione

LLMF = fattore di deprezzamento del flusso luminoso, tabellati in funzione del tipo di lampada (CIE 154-2003) o forniti dai produttori;

LSF = fattore di sopravvivenza della sorgente luminosa, indica la progressiva mortalità della sorgente dopo un certo numero di ore di funzionamento;

LMF = fattore di deprezzamento dell'apparecchio, dovuto allo sporco che si accumula sull'apparecchio e sulle lenti, e quindi dipende anche dal grado di protezione dell'apparecchio, dall'intervallo di pulizia previsto nel piano di manutenzione e dall'inquinamento nel sito di installazione.

Valori tipici dei coefficienti sopra riportati (rif. CIE 154-2003, ove applicabile), per un ciclo di manutenzione ordinaria di 4 anni, lampade a LED sono:

$$LLMF = 0,95$$

$$LSF = 0,98$$

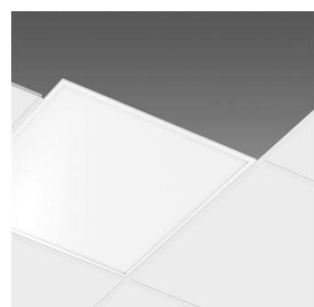
$$LMF = 0,86$$

per cui si è adottato un fattore di manutenzione pari a 0,80.

Ai fini del benessere psicofisico degli utenti e ai fini del risparmio energetico, si utilizzeranno apparecchi con ottica idonea all'ambiente di installazione, con lampade della massima efficienza (LED).

Con riferimento alla limitazione dell'abbagliamento, le ottiche dei corpi illuminanti utilizzati garantiranno il rispetto delle curve limite di luminanza previste per gli ambienti scolastici.

Con riferimento alla qualità e alla tonalità della luce, si utilizzeranno lampade con una temperatura di colore che garantisca una luce bianco-neutra (4000 K) e un indice di resa cromatica superiore a 90.

Nelle aule, nei corridoi, nelle sale docenti, negli uffici e nei laboratori saranno installate plafoniere corpi illuminanti quadrati da incasso con corpo in lamiera d'acciaio e cornice in alluminio, lastra interna in PMMA, diffusore in tecnopolimero prismaticizzato ad alta trasmittanza, Fattore di abbagliamento UGR<19, con lampade LED di potenza 33/47 W, CRI >90, Temperatura di colore 4000 K, Grado di protezione IP20.	
Negli spogliatoi e negli ambienti della cucina saranno installate plafoniere stagne quadrate da incasso con lampade LED da 39 W CRI >90, Temperatura di colore 4000 K, Grado di protezione IP65.	
Nei servizi igienici saranno installati incassi tondi con lampada LED potenza 23 W, CRI 80, Temperatura di colore 3000 K, Grado di protezione IP65.	

Nei locali tecnici saranno utilizzate plafoniere stagne.	
In palestra saranno installati proiettori di elevata potenza, su staffa a parete, in modo da garantire una corretta illuminazione del campo da gioco. Analoghi apparecchi saranno utilizzati per l'illuminazione delle aree esterne.	
Per l'auditorium e i locali annessi saranno utilizzati faretti da incasso con lampade LED da 32 W e, per la zona del palco, proiettori orientabili con lampada LED 53 W, Temperatura di colore 3000 K.	 

Tutti gli apparecchi per uso interno, ad eccezione di quelli installati servizi igienici e dei locali tecnici, saranno del tipo dimmerabile con protocollo DALI; per tutti gli ambienti è previsto il comando centralizzato e con sensore di presenza e di luminosità; nei locali tecnici, nelle aule

e negli uffici sarà presente anche il comando locale di accensione e spegnimento, interfacciato con il sistema BMS.

Alcune plafoniere saranno utilizzate anche per l'illuminazione di emergenza, per cui saranno alimentate da circuiti distinti, alimentati da soccorritore, oppure saranno dotate di kit di emergenza con batteria e inverter; saranno, inoltre, installate lampade di sicurezza autoalimentate del tipo sempre acceso (SA), aventi autonomia di 3 ore e un tempo di ricarica degli accumulatori pari a 12 ore.

2.10. Componenti forza motrice

I componenti dell'impianto forza motrice saranno, sostanzialmente, prese bipolari della serie civile, con placche di finitura intonate agli arredi dei diversi ambienti.

In particolare, in tutti i locali saranno installate prese ad alveoli schermati, a poli allineati bipasso da 10/16 A e prese UNEL anch'esse da 10/16 A.

Tenendo conto delle prescrizioni della norma CEI 64-8 e delle disposizioni per favorire il superamento delle barriere architettoniche (Legge 09/01/1989 e D.M. n. 236 del 14/06/1989), le quote di installazione delle apparecchiature elettriche saranno le seguenti:

- Comandi e prese nei bagni: 90 cm;
- Comandi luce: 90 cm;
- Prese FM e prese TD: 30 cm.

I componenti dell'impianto elettrico con i relativi particolari costruttivi sono riportati negli elaborati grafici di progetto.

2.11. Impianto di messa a terra, protezione dai contatti indiretti, eguagliamento del potenziale

L'impianto elettrico del nuovo fabbricato sarà connesso all'impianto di terra, costituito da n. 4 dispersori installati in prossimità della cabina elettrica, e coordinato con i dispositivi installati nel quadro elettrico per assicurare la protezione ai contatti indiretti.

Trattandosi di sistema di tipo TN, alimentato in media tensione, un guasto franco fase-PE nel lato bassa tensione genera solitamente una corrente di entità simile a quella di un cortocircuito e la corrente di guasto che percorre il conduttore (o i conduttori) di fase e quello di protezione non interessa in alcun modo l'impianto di terra. Affinché detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione:

$$I_a \leq U_0 / Z_s = I_{KLPE}$$

dove:

I_a è la corrente di intervento della protezione

U_0 è la tensione nominale verso terra del sistema

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto

I_{KLPE} è la corrente di guasto fase-PE.

Quindi la protezione dai contatti indiretti è verificata se la corrente di intervento I_a del dispositivo di protezione è inferiore alla corrente di guasto fase-PE I_{KLPE} che si ha in corrispondenza della massa da proteggere. Qualora tale circostanza non sia verificata, è necessario provvedere all'installazione di dispositivo differenziale. Qualora fosse necessario, in sede di esecuzione, variare le sezioni dei cavi calcolate in fase di progetto o le caratteristiche degli interruttori a protezione dei circuiti, sarà necessario effettuare nuovi calcoli per garantire il mantenimento delle condizioni di sicurezza.

Il conduttore di terra dovrà essere collegato a tutte le prese di corrente e a tutti gli apparecchi di illuminazione che non presentino il doppio isolamento.

All'impianto di terra dovranno essere collegati, inoltre, tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque. Nei bagni si effettueranno i collegamenti equipotenziali supplementari, collegando al conduttore di protezione in una cassetta a parete del locale i tubi dell'acqua calda e fredda attestati sui collettori di distribuzione idrica.

Per quanto concerne gli altri collegamenti di equipotenzialità, questi saranno eseguiti in base alle norme CEI 64-8 e CEI 64-15; precisamente:

- sarà eseguito il collegamento tra i tubi metallici degli impianti idrico, di riscaldamento ed il collettore di terra;
- il collegamento equipotenziale sarà eseguito a valle dei contatori dell'acqua (si evitano, in tal modo, interferenze con i gestori dell'acquedotto);
- i tubi esterni dell'acqua (a monte dei contatori) non saranno collegati se i rispettivi gestori non rilasceranno il benestare;
- il collegamento sarà eseguito alla base dell'edificio direttamente al collettore di terra.

2.12. Protezione contro le scariche atmosferiche

La valutazione del rischio R_1 contro le fulminazioni di origine atmosferica ha consentito di stabilire che l'edificio è auto-protetto contro le fulminazioni, per cui non è necessario attuare alcun provvedimento. Si veda a tal proposito la valutazione del rischio di scariche atmosferiche. È stato previsto, in ogni caso, un dispositivo di protezione contro le sovratensioni installato nel quadro generale di bassa tensione.

3. IMPIANTI SPECIALI

All'interno dell'edificio sono previsti i seguenti impianti:

- impianto di rivelazione e allarme incendio,
- impianto di trasmissione dati
- sistema di gestione e controllo dell'edificio (BMS).

Nei paragrafi che seguono si descrivono in dettaglio tutti gli impianti da realizzare. Si rimanda agli elaborati grafici e alle specifiche tecniche per ulteriori dettagli installativi.

3.1. Impianto di rivelazione e allarme incendio

Per il dimensionamento dell'impianto di rivelazione e allarme incendio si è fatto riferimento alle seguenti norme e leggi, non escludendo il rispetto di altre norme pertinenti non citate:

- UNI 9795:2021: Sistemi fissi automatici di rilevazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio;
- D.M. 20/12/2012: Regola tecnica di prevenzione incendi per i sistemi di protezione attiva contro l'incendio installati nelle attività soggette ai controlli di prevenzione incendi.

La norma UNI 9795 prescrive i criteri per la progettazione, l'installazione e l'esercizio dei sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio. Essa si applica ai sistemi fissi automatici di rivelazione, di segnalazione manuale e di allarme d'incendio, collegati o meno ad impianti di estinzione o ad altro sistema di protezione (sia di tipo attivo che di tipo passivo), destinati a essere installati in edifici, indipendentemente dalla destinazione d'uso.

Essa, inoltre, prevede che il materiale utilizzato sia conforme alle norme europee EN 54 che riguardano le caratteristiche funzionali dei materiali utilizzati. Nel caso specifico, le norme EN 54 di interesse sono riportate di seguito:

- UNI11224: Controllo iniziale e manutenzione dei sistemi di rivelazione incendi
- UNI EN54-1: Sistemi rivelazione incendi – introduzione
- UNI EN54-2: Funzionalità delle centrali di rivelazione
- UNI EN54-3: Dispositivi sonoro di allarme incendio
- UNI EN54-4: Alimentazioni
- UNI EN54-7: Rivelatori ottici puntiformi
- UNI EN54-11: Avvisatori manuali
- UNI EN54-12: Rilevatori lineari ottici di fumo

Altre norme di riferimento nella progettazione e realizzazione di un sistema di rivelazione incendi sono relative ai cavi:

- CEI 20-45 Cavi isolati resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio con tensione nominale U0/U di 0,6/1kV
- CEI 20-105 Cavi elettrici con tensione nominale 100/100V per applicazione in sistemi fissi automatici di rilevazione incendi.

L'impianto di rivelazione incendi sarà conforme alla Norma UNI 9795 ed. 2021 e sarà costituito da:

- centrale di rivelazione incendio;
- rivelatori automatici analogici di tipo ottico ubicato negli ambienti con maggior carico di incendio;
- moduli di comando e di segnalazione di stato;
- alimentatori switching per l'alimentazione dei pannelli di segnalazione di allarme;
- isolatori di linea;
- pulsanti di allarme manuale;
- pannelli ottico acustici ubicati in tutte le aree comuni ed in corrispondenza delle vie di esodo;
- rete di interconnessione delle apparecchiature in campo con la centrale.

I rivelatori di fumo saranno del tipo ottico puntiforme, analogico auto-indirizzato, dislocati negli ambienti secondo la geometria dei locali. Sono, inoltre, previsti dispositivi per la segnalazione manuale dell'incendio dislocati in tutto l'edificio. Nella palestra, date le dimensioni dell'ambiente, sono stati previsti rivelatori lineari di fumo.

Il numero dei rivelatori nei locali è stato determinato in conformità ai dettami normativi, in funzione dell'altezza dei locali e della tipologia di soffitto: con soffitto piano il raggio di copertura dei rivelatori di fumo per locali con altezza inferiore a 8 m è pari a 6,5 m. In base a tale indicazione è stato effettuato il posizionamento dei rivelatori nei locali.

La disposizione dei rivelatori è indicata negli elaborati grafici di progetto.

I pulsanti per la segnalazione manuale di incendio ed i pannelli di segnalazione ottico / acustica saranno dislocati nei corridoi e in tutte le aree di circolazione in modo tale che nessun punto dell'area protetta disti da un pulsante più di 30 m e in posizione chiaramente visibile; la disposizione è riportata negli elaborati grafici di progetto.

I dispositivi in campo faranno capo a una centrale di rilevazione incendi che sarà ubicata in locale protetto; essa sarà del tipo analogico indirizzata, a loop singolo, in grado di attuare una segnalazione acustica degli allarmi e dei guasti con ronzatore, completa di batteria tampone per garantire autonomia di 24 ore.

I dispositivi saranno collegati alla centrale antincendio attraverso un loop in cavo resistente al fuoco per almeno 30 minuti, secondo la norma CEI EN 50200, a bassa emissione di fumo e zero alogeni. Per l'alimentazione elettrica delle apparecchiature sarà utilizzato cavo tipo FG16, resistente al fuoco, multipolare di sezione 1,5 mm².

I percorsi dell'impianto di rivelazione incendi saranno generalmente in tubazione sottotraccia, sempre distinte dalle canalizzazioni dell'impianto elettrico.

Il layout dell'impianto di rivelazione incendi e lo schema dei collegamenti sono riportati negli elaborati grafici di progetto.

3.2. Impianti di trasmissione dati

La struttura sarà dotata di un impianto di trasmissione dati e fonia, grazie al quale, mediante semplici permutazioni sarà possibile abilitare le utenze sulle postazioni di lavoro dislocate nei vari ambienti come telefoniche o di trasmissione dati a seconda della reale esigenza.

Il sistema di cablaggio strutturato farà capo, per ciascun piano, a un armadio rack con dimensioni idonee per le previste unità di cablaggio, a cui saranno collegati i punti presa dislocati nei diversi ambienti. Gli armadi rack di piano saranno collegati a un rack principale di edificio attraverso cavi in fibra ottica.

In particolare, per ciascun piano è stato previsto un rack dati, alloggiato nel locale tecnico, con apparecchiature categoria 6a (esclusi gli apparati attivi), munito di pannelli prese multiple, ventole d'aspirazione, staffe e canaline portacavi tali da garantire un cablaggio pulito e ben organizzato. Ogni nodo di piano è stato previsto con una riserva di connessioni di almeno il 30% in più rispetto alle attuali esigenze. Tutti gli armadi di rete avranno un'organizzazione interna che garantisca un ordinato montaggio di tutti i componenti installati. Per tanto a tale scopo sono previsti tutti gli accessori necessari, quali passacavo, pannelli ciechi, ecc.

Da ogni rack (nodo di piano) si dipartono i cavi in cat. 6a per le prese dati e telefono dislocate nel complesso universitario e per gli access point all'interno della struttura per l'impianto Wi-Fi, per il quale è prevista la copertura dell'intero complesso. La tecnologia designata per la componente wireless sarà 802.11b/g (Wi-Fi).

I cavi saranno posati, secondo una topologia a stella, dal locale tecnico fino ad ogni singola presa dati, previste con connettori modulari jack RJ45 del tipo modulare componibile. Sia in dorsale che all'interno di ogni locale le linee di distribuzione per il sistema di cablaggio strutturato dovranno essere ubicate entro apposite canalizzazioni indipendenti dai circuiti di energia.

Le normative stabiliscono che il cablaggio orizzontale, denominato anche cablaggio di piano, risponda ai seguenti requisiti:

- 90 m di distanza massima ammessa tra l'armadio di distribuzione ed il posto lavoro;
- 10 m massimo per le bretelle di permutazione.

Tutto il cablaggio (tubazioni, cavi e prese) del tipo unico "strutturato", sarà rispondente alle norme dello standard "EIA/TIA", e tutti gli apparati di sistema saranno di categoria 6a (o superiore). Ogni presa, dopo essere stata cablata, sarà contraddistinta da un numero riportato, con un cartellino, anche all'altra estremità del cavo con l'ulteriore indicazione del

locale di appartenenza della presa. Gli elaborati as-built a fine lavori dovranno riportare sulle planimetrie l'indirizzo attribuito a tutte le prese cablate.

Le linee di alimentazione elettrica degli armadi rack saranno realizzate con cavi di energia tipo FG16OM16.

I percorsi dell'impianto di trasmissione dati saranno prevalentemente sottotraccia e/ o sottopavimento, il layout dell'impianto di trasmissione dati è riportato negli elaborati grafici di progetto.

3.3. Sistema di controllo e gestione degli impianti elettrici e meccanici (BMS)

3.3.1. Classificazione ai sensi della norma EN15232

La norma EN15232 definisce quattro diverse classi "BACS" di efficienza energetica per classificare i sistemi di automazione degli edifici, sia in ambito residenziale che non residenziale:

- Classe D "NON ENERGY EFFICIENT": comprende gli impianti tecnici tradizionali e privi di automazione e controllo, non efficienti dal punto di vista energetico;
- Classe C "STANDARD" (riferimento): corrisponde agli impianti dotati di sistemi di automazione e controllo degli edifici (BACS) "tradizionali", eventualmente dotati di BUS di comunicazione, comunque a livelli prestazionali minimi rispetto alle loro reali potenzialità.
- Classe B "ADVANCED": comprende gli impianti dotati di un sistema di automazione e controllo (BACS) avanzato e dotati anche di alcune funzioni di gestione degli impianti tecnici di edificio (TBM) specifiche per una gestione centralizzata e coordinata dei singoli impianti. I dispositivi di controllo delle stanze devono essere in grado di comunicare con il sistema di automazione dell'edificio.
- Classe A "HIGH ENERGY PERFORMANCE": corrisponde a sistemi BAC e TBM "ad alte prestazioni energetiche", cioè con livelli di precisione e completezza del controllo automatico tali da garantire elevate prestazioni energetiche all'impianto. I dispositivi di

controllo delle stanze devono essere in grado di gestire impianti HVAC tenendo conto di diversi fattori (ad esempio, valori prestabiliti basati sulla rilevazione dell'occupazione, sulla qualità dell'aria ecc.) ed includere funzioni aggiuntive integrate per le relazioni multidisciplinari tra HVAC e vari servizi dell'edificio (ad esempio, elettricità, illuminazione, schermatura solare ecc.).

Le funzioni BACS e TBM più comuni che caratterizzano ogni classe di efficienza energetica degli edifici sono riassunte nelle tabelle che seguono: esse distinguono tra “Edifici Non-Residenziali” ed “Edifici Residenziali”, e identificano, relativamente ad ogni funzione di automazione, i livelli minimi prestazionali (identificati con un numero che va da 0 a valori maggiori secondo prestazioni energetiche crescenti) che devono essere garantiti per ogni classe di efficienza energetica.

Le funzioni riportate nelle tabelle sono raggruppate per tipologia applicativa:

- Riscaldamento
- Acqua calda sanitaria
- Raffrescamento
- Ventilazione e Condizionamento
- Illuminazione
- Schermature solari
- sistemi TBM.

Un sistema di automazione è di classe D, C, B o A se tutte le funzioni che implementa sono rispettivamente almeno di classe D, C, B o A.

Nel caso specifico sono riportate solo le tabelle relative agli impianti e ai servizi previsti nel progetto: riscaldamento, acqua calda sanitaria, illuminazione, controllo e gestione degli impianti tecnici (TBM).

Sono stati quindi evidenziati in rosso i controlli previsti, al fine di individuare la classe di efficienza del sistema di automazione proposto (classe B).

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO RISCALDAMENTO										
Controllo di emissione										
Il sistema di controllo è installato sul terminale o nel relativo ambiente; per il caso 1 il sistema può controllare diversi ambienti										
	0	Nessun controllo automatico								
	1	Controllo automatico centralizzato								
SE1C	2	Controllo automatico di ogni ambiente								
SE2B	3	Controllo automatico di ogni ambiente con comunicazione								
SE3A	4	Controllo integrato di ogni locale con comunicazione e controllo di presenza								
Controllo di emissione per solai termo-attivi										
	0	Nessun controllo automatico								
SE4C	1	Controllo automatico centralizzato								
SE5B	2	Controllo automatico centralizzato avanzato								
SE6A	3	Controllo automatico centralizzato avanzato a funzionamento intermittente e feed-back della temperatura dell'ambiente								
Controllo temperatura acqua nella rete distribuzione (mandata e ritorno)										
Funzioni simili possono essere applicate al riscaldamento elettrico										
	0	Nessun controllo automatico								
SE7C	1	Compensazione con temperatura esterna								
SE8A	2	Controllo basato sulla richiesta termica								
Controllo delle pompe di distribuzione										
Le pompe controllate possono essere installate a diversi livelli nella rete di distribuzione										
	0	Nessun controllo automatico								
SE9C	1	Controllo On-Off								
	2	Controllo pompa multi-stadio								
SE10A	3	Controllo pompa a velocità variabile								
Controllo intermittente della emissione e/o distribuzione										
Un solo regolatore può controllare diversi ambienti/zone aventi lo stesso profilo di occupazione										
	0	Nessun controllo automatico								
SE11C	1	Controllo automatico con programma orario fisso								
SE12B	2	Controllo automatico con partenza/arresto ottimizzato								
SE13A	3	Controllo automatico con calcolo della richiesta termica								
Controllo dei generatori a combustione o del teleriscaldamento										
	0	Temperatura costante								
SE14A	1	Temperatura variabile in dipendenza da quella esterna								
SE15A	2	Temperatura variabile in dipendenza dal carico								
Controllo del Generatore per pompe di calore										
	0	Temperatura costante								
SE16B	1	Temperatura variabile in dipendenza da quella esterna								
SE17A	2	Temperatura variabile in dipendenza dal carico o dalla richiesta								
Controllo sequenziale di differenti generatori										
	0	Priorità basate solo sul tempo di funzionamento								
SE18C	1	Priorità basate solo sui carichi								
SE19B	2	Priorità basate sui carichi e sulla richiesta termica								
SE20A	3	Priorità basate sull'efficienza dei generatori								

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO ACQUA CALDA SANITARIA										
Controllo della temperatura nel serbatoio con integrazione di riscaldamento elettrico o con pompa di calore elettrica										
	0	Controllo automatico on/off								
SE21C	1	Controllo automatico on/off e controllo temporale								
SE22A	2	Controllo automatico on/off, controllo temporale e gestione con sensori multipli di temperatura								
Controllo della temperatura nel serbatoio usando generatori di calore										
	0	Controllo automatico on/off								
SE23C	1	Controllo automatico on/off e controllo temporale								
SE24B	2	Controllo automatico on/off, controllo temporale e accumulo in funzione della richiesta o gestione con sensori multipli di temperatura								
SE25A	3	Controllo automatico on/off, controllo temporale, accumulo in funzione della richiesta o controllo della temperatura di ritorno e gestione con sensori multipli di temperatura								
Controllo della temperatura nel serbatoio con variazioni stagionali: con generatore di calore o con riscaldamento elettrico integrato										
	0	Controllo manuale per accensione pompa di carica o riscaldamento elettrico								
SE26C	1	Controllo automatico per accensione pompa di carica o riscaldamento elettrico e controllo temporale								
SE27B	2	Controllo automatico per accensione pompa di carica o riscaldamento elettrico, controllo temporale, accumulo in funzione della richiesta o gestione con sensori multipli di temperatura								
SE28A	3	Controllo automatico con generazione esterna, accumulo in funzione della richiesta e controllo della temperatura di ritorno o riscaldamento elettrico, controllo temporale e gestione con sensori multipli di temperatura								
Controllo della temperatura nel serbatoio con collettori solari e generazione di calore										
	0	Controllo manuale per energia solare o generatore di calore								
SE29C	1	Controllo automatico per accumulo da fonte solare (prioritaria) e integrazione con altra fonte								
SE30B	2	Controllo automatico per accumulo da fonte solare (prioritaria) e integrazione con altra fonte, accumulo in funzione della richiesta o gestione con sensori multipli di temperatura								
SE31A	3	Controllo automatico per accumulo da fonte solare (prioritaria) e integrazione con altra fonte, accumulo in funzione della richiesta, controllo della temperatura di ritorno e gestione con sensori multipli di temperatura								
Controllo della pompa di circolazione dell'acqua calda sanitaria										
	0	Nessun controllo temporale								
SE32B	1	Controllo temporale								
SE33A	2	Controllo in funzione della richiesta								

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
CONTROLLO ILLUMINAZIONE										
Controllo Presenza										
	0	Interruttore manuale								
SE69BC	1	Interruttore manuale + segnale estinzione graduale automatica								
SE70A	2	Rilevamento automatico								
Controllo luce diurna										
	0	Manuale								
SE71A	1	Automatico								

CONTROLLO AUTOMATICO			Definizione delle Classi							
Codice di funzione	Rif. EN15232		Residenziale				Non Residenziale			
			D	C	B	A	D	C	B	A
GESTIONE CENTRALIZZATA degli Impianti tecnici dell'EDIFICIO (TBM)										
Rilevamento guasti, diagnostica e supporto alla diagnosi dei guasti										
	0	No								
SE74A	1	Sì								
Rapporto riguardante consumi energetici, condizioni interne e possibilità di miglioramento										
	0	No								
SE75A	1	Sì								

3.3.2. Descrizione del sistema BMS

Nell'architettura proposta il sistema di Building & Energy Management System è un software per la gestione degli edifici che presenta le giuste informazioni quando, dove e come viene richiesto dall'utente. Il sistema proposto sfrutta in modo completo i servizi di condivisione dati, trend, programmazione, allarmi, con massima interoperabilità, scalabilità ed apertura, ad ogni livello.

Il sistema BMS raccoglierà le informazioni da differenti componenti all'interno dell'edificio per analizzarli e gestirli, trasformando i dati di funzionamento al livello di automazione in informazioni utili a livello di management.

Grazie a una piattaforma di integrazione aperta, il sistema consente lo scambio di dati in sicurezza tra i sistemi di case costruttrici diverse per la gestione di energia, al fine di creare edifici intelligenti e orientati al futuro.

Le operazioni sono semplificate grazie alla visualizzazione dei consumi drag-and-drop, alla programmazione oraria simile ai calendari Outlook e alla possibilità di generare report con un singolo click. I diversi protocolli aperti che possono essere integrati nativamente offrono all'utente la possibilità di selezionare i migliori strumenti per applicazioni specifiche. Questo approccio riduce i costi di formazione e manutenzione, aumenta il risparmio di energia e aggiunge valore raccogliendo e condividendo grandi quantità di dati riguardanti la struttura e i costi, consentendo una gestione più proficua dell'edificio. Si dispone del completo controllo dell'intero edificio, di più edifici o di ogni stanza in ciascun edificio da una singola interfaccia

EcoStruxure™ Building Operation dispone di un modulo di monitoraggio e gestione che permette di gestire il consumo di energia, sia all'interno di una sola struttura che in una rete di impianti, per migliorare la disponibilità e l'affidabilità energetica e per misurare e gestire l'efficienza energetica. Il modulo di monitoraggio e analisi energetica permette a tutti gli attori coinvolti di raggiungere i propri obiettivi di:

- Controllo e Allocazione Costi
- Miglioramento Continuo dell'Efficienza Energetica

Il sistema è certificato da un organismo di certificazione come rispondente ai requisiti della certificazione energetica ISO 50001.

Il modulo di monitoraggio e gestione dell'energia fornisce una soluzione personalizzata per i gradi edifici e le strutture critiche con l'obiettivo di ridurre i costi legati all'energia. Il modulo di monitoraggio è dotato di applicazioni accessibili via web-browser, che permettono le funzionalità minime descritte di seguito secondo i possibili seguenti raggruppamenti:

- Dashboard
- Report

Il modulo di monitoraggio energetico permettere inoltre di:

- Aumentare il livello di confidenza delle informazioni a supporto dei decisori
- Migliorare l'efficienza e tagliare i costi energetici superflui
- Sub-allocare consumi e costi a centri di costo / profitto
- Effettuare benchmarking tra linee – siti – processi

Sono inoltre possibili le seguenti tre operazioni:

- Misurazione/acquisizione attraverso strumenti collegati in rete
- Ordinamento ed elaborazione dei dati acquisiti
- Analisi ed interpretazione dei dati attraverso eventualmente il confronto con parametri di riferimento

L'architettura del sistema è Client/Server, dove la Postazione Operatore opera come client, ed è responsabile per la presentazione e la gestione dei dati, mentre il Server è responsabile per la raccolta e consegna dei dati.

La soluzione EcoStruxure propone un'interfaccia accattivante e moderna che può essere adattata dai singoli utenti in base alle loro esigenze. Le modifiche effettuate continuano a valere qualunque sia il punto di accesso dell'utente. Per aumentare il grado di sicurezza, le informazioni a cui ogni utente può accedere (ad es. grafici e allarmi) possono essere gestite a livello di qualifica o di persona.

L'interfaccia utente delle postazioni Client consente la creazione di un ambiente di utilizzo legato al singolo utente. Questo ambiente può essere richiamato durante l'accesso in qualsiasi postazione di lavoro. Inoltre, è possibile creare ambienti di lavoro personalizzati assegnati a gruppi di utenti. Questo ambiente, inoltre, è in grado di esser configurato per diventare un utente "desktop PC" - con tutti i collegamenti che un utilizzatore eseguirà ad altre applicazioni. Queste caratteristiche, insieme con la capacità di protezione per gli utenti di Windows, consentono ad un amministratore di sistema di impostare l'account delle postazioni non solo per limitare il livello di accesso a EBO, ma anche per limitare il grado di accesso alla rete LAN / WAN.



Building Operation è in grado di eseguire più programmi. In particolare, può gestire allarmi, utenti, programmi orari e Trend Log. I dati resi disponibili dal server possono essere inviati direttamente all'utente (Postazioni Operatore) o ad altri server EcoStruxure in tutto il sito o all'interno dell'azienda.

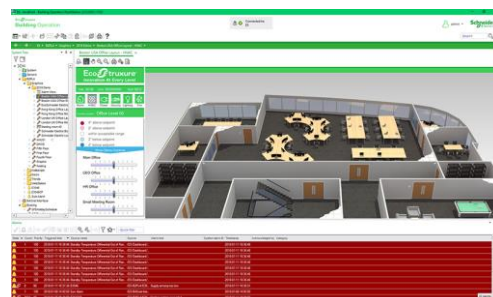
Building Operation fornisce un potente sistema di autorizzazione facile da gestire, flessibile e adattabile a sistemi di qualsiasi dimensione. Il sistema di autorizzazione fornisce un livello di sicurezza conforme agli standard più elevati. Il sistema richiede che ogni utente sia in possesso di un account. L'accesso può avvenire attraverso un account gestito da un

database EcoStruxure Building Operation oppure tramite un account Windows Active Directory. Le politiche IT per formattazione, scadenza e unicità delle password sono supportate e applicate. La funzione nativa di gestione dei profili utente permette ad un amministratore di stabilire le regole sulla password garantendo la dovuta sicurezza informatica come da linee guida. Quando viene utilizzata Windows Active Directory, i costi di amministrazione diminuiscono in quanto gli utenti non devono essere gestiti in più directory. È importante non limitarsi alla registrazione delle attività di base.

Building Operation comunica usando gli standard di rete, quali DHCP, HTTP e HTTPS. In questo modo, si garantisce non solo la semplicità dell'installazione e della gestione, ma anche una maggiore sicurezza sulle transazioni. La comunicazione tra i client e il server EBO Server può essere cifrata per mezzo di Transport Layer Security (TLS 1.2). I server sono dotati di un certificato predefinito autofirmato. Sono supportati i certificati server della Commercial Certification Authority (CA) per diminuire il rischio di attacchi informatici dannosi.

Nell'utilizzo di Building Operation, per ogni azione vengono registrate le seguenti informazioni: data e ora, utente che ha eseguito l'azione e valori modificati. Il software supporta la visualizzazione personalizzata di tutti gli eventi del sistema, inclusi gli allarmi e le attività dell'utente. Ogni visualizzazione può essere filtrata in base a una qualsiasi proprietà dell'evento. L'utente può specificare i tipi di carattere, i colori, le dimensioni delle colonne e l'ordine. Il software può gestire i dati storici in vari modi, incluso il metodo periodico (ogni giorno, ora, minuto) e il metodo del cambio di valore (COV), il quale registra un dato solo in caso di superamento di una determinata soglia. Questi trend log possono essere visualizzati in elenchi o grafici e consultati per scopi di diagnostica e ottimizzazione. Più serie di dati possono essere presentate in un unico grafico o elenco, semplificando così il confronto dei dati.

Il software EcoStruxure Building Operation utilizza una tecnologia grafica vettoriale scalabile che consente agli utenti di ingrandire un'immagine per visualizzarne i dettagli, senza perdere in definizione. I grafici vengono realizzati una sola volta, ma possono essere visualizzati



su un qualsiasi display, indipendentemente dalla dimensione o dalla risoluzione.

Il sistema Building Operation permette di avere la supervisione integrata dei seguenti sottosistemi:

- Distribuzione elettrica
- Impianti Tecnologici
- Monitoraggio energetico
- Confort ambientale integrato (Microclima, Illuminazione e Oscuranti)
- Sicurezza delle Persone (Rivelazione Incendi, Rivelazione Gas, Illuminazione di emergenza)
- Sicurezza dei beni (Controllo degli accessi, Antintrusione, Videosorveglianza)
- Datacenter
- Sistema di controllo e monitoraggio con tutte le funzioni specifiche relative alle aree funzionali di cui ai punti precedenti.

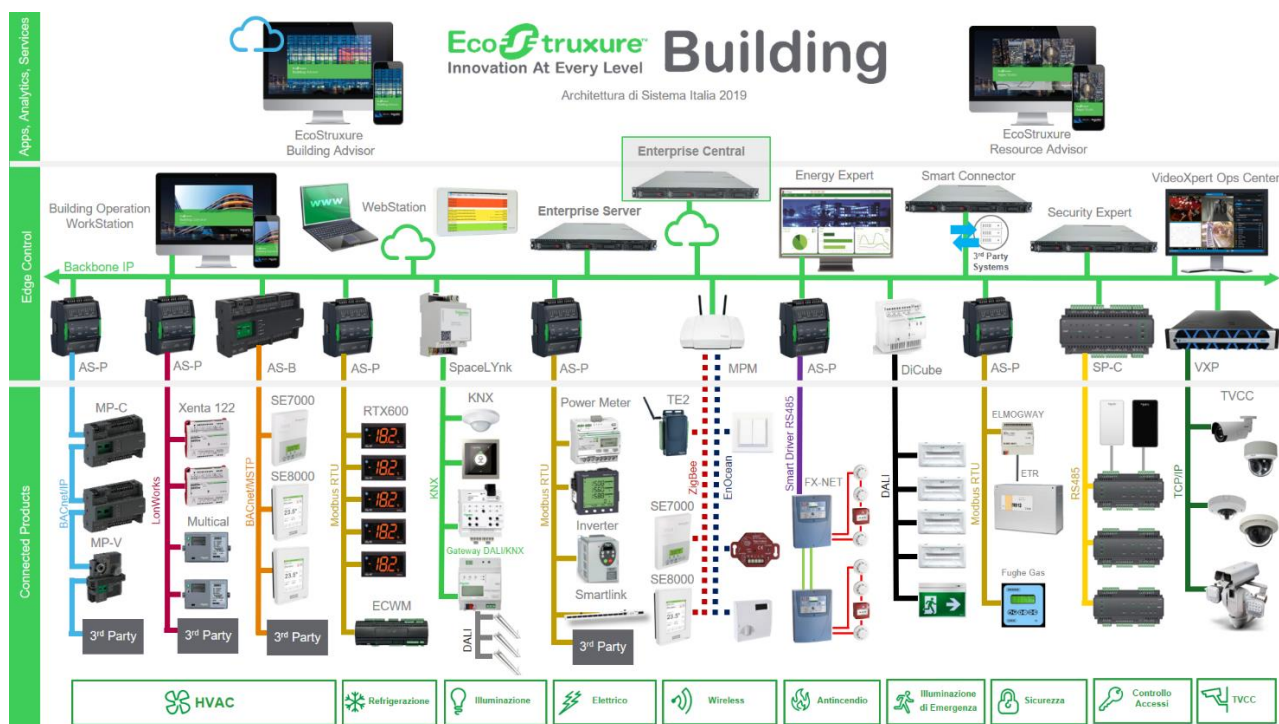
Nello specifico, esso sarà utilizzato per il controllo e la gestione degli impianti tecnologici (elettrici e termomeccanici) e sarà interfacciato con il supervisore del sistema di sicurezza descritto ai paragrafi precedenti, in modo da garantire che un eventuale allarme per malfunzionamento e/o avaria sia riportato anche al BMS. In particolare, il sistema garantirà:

- La programmazione oraria e gestione allarmi
- Il monitoraggio e la gestione di luci e occupazione degli ambienti
- Il monitoraggio e la gestione di clima degli ambienti
- La gestione impianti meccanici (sensori/stati/allarmi/comandi)
- La gestione e il controllo dell'illuminazione di Emergenza: Test Funzionale/Durata/Inibizione, Reset Stati , Accesso a singola lampada, Allarmi automatici guasti, Emergenza
- Il monitoraggio dei consumi elettrici
- La comunicazione con l'inverter fotovoltaico.

Il sistema EcoStruxure™ Building Operation garantisce lo scambio dei dati fra i vari sottosistemi grazie all'utilizzo di protocolli di comunicazione standard e aperti su cavo (ethernet e seriale) e wireless come LonTalk™ , BACnet, Modbus, M-bus, ZigBee, EnOcean, KNX, e Web Services senza l'utilizzo di nessun gateway.

EcoStruxure™ Building Operation utilizza un'unica interfaccia grafica che permette il controllo di tutte le informazioni provenienti dai diversi sottosistemi, rendendole interoperabili e garantendo l'unicità, l'efficienza e la rapidità nel gestire i diversi eventi che si presenteranno nel corso della vita quotidiana sia dei beni che delle persone presenti o che transiteranno negli edifici.

EcoStruxure™ Building Operation è un sistema ampliabile per i sottosistemi previsti ed estensibile nel tempo per permettere una eventuale integrazione anche di sistemi/utenze di terze parti. Assicura la possibilità di ampliare e modificare l'intero sistema di Building &Energy Management System in funzione delle necessità ed al variare delle utenze da controllare.



4. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Il progetto soddisferà gli adempimenti normativi richiesti dai vigenti regolamenti in materia di utilizzo razionale dell'energia primaria (D.Lgs. 28/2011 – D.M.26/6/2015 - D.Lgs. 199/2021).

Secondo l'Allegato III del D.Lgs. 199/2021, gli interventi di nuova costruzione o di ristrutturazione rilevante avviati successivamente al 13/06/2022:

- gli impianti di produzione di energia termica devono essere progettati e realizzati in modo da garantire il contemporaneo rispetto della copertura, tramite il ricorso ad energia prodotta da impianti alimentati da fonti rinnovabili, del 60% dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria e del 60 per cento della somma dei consumi previsti per l'acqua calda sanitaria, il riscaldamento e il raffrescamento. Per gli edifici pubblici il limite è incrementato al 65%.
- la potenza elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili che devono essere obbligatoriamente installati sopra o all'interno dell'edificio o nelle relative pertinenze, misurata in kW, è calcolata secondo la seguente formula:

$$P = K * S$$

Dove S è la superficie in pianta dell'edificio al livello del terreno, misurata in m², e K è un coefficiente (m²/kW) che assume valore dove k vale 0,05 per i nuovi edifici, 0,055 per i nuovi edifici pubblici, 0,025 per gli edifici esistenti e 0,0275 per gli edifici esistenti pubblici.

Per gli edifici NZEB è previsto che la potenza dell'impianto fotovoltaico superi di almeno il 10% il requisito sopra riportato.

Nel caso specifico, la superficie in pianta dell'edificio soggetto a sostituzione edilizia è pari a 2900 m² circa, per cui la taglia minima richiesta per l'impianto fotovoltaico è 2900*0,055 = 159,5 kW. Per far fronte al fabbisogno elettrico dell'edificio con la maggiore quantità possibile di energia proveniente da fonti rinnovabili, si è previsto un impianto di autoproduzione dell'energia elettrica mediante captazione solare fotovoltaica la cui potenza elettrica sarà pari a circa 192 kWp.

Per il dimensionamento dell'impianto fotovoltaico si è fatto riferimento alla norma CEI 0-16: "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti MT e AT delle imprese distributrici di energia elettrica", non escludendo il rispetto di altre norme pertinenti non citate.

L'impianto fotovoltaico ha lo scopo di produrre energia elettrica in collegamento alla rete esistente di distribuzione in corrente alternata trifase.

Il generatore fotovoltaico sarà gestito come sistema IT, ovvero con nessun polo connesso a terra, in accordo con i dettami delle Norme CEI in vigore. La restante parte dell'impianto (lato corrente alternata) sarà collegata all'impianto di terra dell'edificio, che avrà un sistema di distribuzione del tipo TN.

L'impianto fotovoltaico sarà costituito dai seguenti componenti principali:

- Moduli fotovoltaici;
- Inverter DC/AC;
- Cavi e accessori per i collegamenti elettrici;
- Quadro elettrico di protezione lato DC;
- Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici.

Gli elaborati grafici di progetto riportano lo schema dell'impianto da realizzare ed il relativo schema di collegamento alla rete elettrica di distribuzione.

4.1. Moduli fotovoltaici

Il generatore fotovoltaico è stato dimensionato con riferimento a moduli fotovoltaici aventi le seguenti caratteristiche:

Numero moduli	380
Potenza nominale	505 Wp
Celle	108 monocristallino
V _{OC} modulo	40,3 V
I _{SC} modulo	15,89 A
V _{MP} modulo	33,5 V
I _{MP} modulo	15,09 A
Grado di efficienza modulo	22,7 %
Tensione massima di sistema	1000 V
Coefficiente di temperatura (Pmpp)	- 0,29 %/°C
Coefficiente di temperatura (Voc)	- 0,24 %/°C
Coefficiente di temperatura (Isc)	0,04 %/°C
Temperatura di funzionamento nominale della cella	43°C
Peso	23,5 kg
Dimensioni	1961 mm x 1134 mm x 30 mm

Ciascun modulo sarà provvisto di scatola di giunzione avente grado di protezione IP67, contenente diodi di by-pass. Garanzia di prodotto e certificazioni come da normativa vigente.

Il generatore sarà allocato sulle coperture della palestra e del refettorio, come rappresentato negli elaborati grafici di progetto.

4.2. Gruppo di conversione

Il gruppo di conversione sarà composto da n° 4 inverter del tipo “di stringa”, per il collegamento alla rete elettrica trifase di bassa tensione, avente le seguenti caratteristiche:

Potenza nominale AC in uscita	50 kW
Tensione nominale in uscita	400 V
Frequenza nominale in uscita	50 Hz
Fattore di potenza	> 0,995
Massima tensione in ingresso	1000 V
Massima corrente in ingresso	100 A
Efficienza massima	98,6 %
Grado di protezione ambientale	IP65
Peso	<70 kg

Gli inverter saranno collocati al primo piano dell'edificio, all'interno del locale tecnico.

Il gruppo dimensionato è idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili.

Il gruppo di conversione è basato su inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM, privi di clock o riferimenti interni e in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza del generatore fotovoltaico.

In funzione delle condizioni di insolazione e della presenza della rete ai valori previsti, l'inverter si avvierà e, dopo essersi connesso alla rete tramite un interruttore, inizierà ad erogare l'energia proveniente dal campo fotovoltaico. Un microprocessore provvederà ad eseguire la ricerca del punto di massima potenza (MPPT, Maximum Power Point Tracking) del generatore fotovoltaico corrispondente all'insolazione del momento. La ricerca avverrà per successivi e rapidi tentativi che metteranno in breve tempo gli inverter in condizione di estrarre dal generatore la massima potenza.

I livelli di tensione, frequenza e impedenza di rete saranno costantemente monitorati allo scopo di assicurare un funzionamento sicuro e l'apertura dell'interruttore di rete, nel caso in cui questi livelli escano dai campi prefissati.

La mancanza di insolazione ovvero della rete porrà l'inverter in «stand-by», con la pronta ripartenza al ritorno di entrambe le grandezze ai valori previsti.

In caso di guasto o interruzione volontaria dell'erogazione di energia elettrica dalla rete, l'inverter interromperà immediatamente l'erogazione, in modo da evitare pericolose tensioni sulle linee.

L'inverter è dotato di un display che visualizzerà la quantità di energia prodotta dall'impianto e le rispettive ore di funzionamento; inoltre, lo stato di funzionamento sarà direttamente monitorabile con estrema semplicità grazie alla presenza del pannello ottico LED a bordo macchina.

L'impianto sarà dotato di dispositivi di comando e protezione a bordo, in corrispondenza degli ingressi e delle uscite dei cavi dall'inverter, nonché di apparecchiature in grado di attuare i comandi provenienti dal dispositivo di interfaccia.

L'inverter sarà interfacciato con il sistema BMS per consentire il monitoraggio da remoto.

4.3. Configurazione del generatore fotovoltaico

La tabella che segue sintetizza i dati caratteristici dell'impianto fotovoltaico previsto:

GENERATORE	Potenza nominale [kWp]	191,9
	Numero moduli fotovoltaici	380 (da 505 Wp/cad.)
	Superficie netta del campo [m ²]	800
CONFIGURAZIONE	Numero Inverter	4
	N. moduli fotovoltaici in serie per stringa	19
	N. totale stringhe	20

In particolare, per ciascuno dei quattro inverter è prevista la stessa configurazione, riportata nelle tabelle seguenti:

	MPPT 1
Campo FV	Campo FV 1
Moduli per stringa	19
Numero di stringhe in parallelo	5
Numero totali di moduli	95
Potenza installata massima MPPT [kW]	47,975
Potenza massima di canale MPPT [kW]	50
PPV(inst),MPPTi/PMMPPTMAX	0,96
PPV(inst)/PACR	95,95%
PPV(inst)/PACMAX	95,95%
Tensione di ingresso massima inverter	1000
Tensione di attivazione	350
Range operativo MPPT a massima potenza	250 - 960
Voc_max stringa a circuito aperto @Min. Temp	814,40
Voc_min stringa a circuito aperto @Max. Temp	694,82
Vmp_Max tensione stringa @Min. Temp	676,98
Vmp_Min tensione stringa @Max. Temp	577,58
Massima corrente Isc per canale	120
Corrente CC Isc @Max. Temp	80,68
Corrente massima Imp	100
Corrente massima Imp @Max. Temp	76,61

Il campo fotovoltaico è organizzato in n. 4 sottocampi, ciascuno facente capo a un inverter, così suddivisi:

A – Copertura palestra:

	Campo FV 0	Campo FV 1	Campo FV 2
Tipo di installazione	Montato sul tetto	Montato sul tetto	Montato sul tetto
Inclinazione	10,00°	10,00°	10,00°
Azimut	0,00°	0,00°	0,00°
Produttore	Trina Solar	Trina Solar	Trina Solar
Modello	TSM-NEG18R.28-505	TSM-NEG18R.28-505	TSM-NEG18R.28-505
N. moduli	95	95	95
Potenza totale	47,975 kWp	47,975 kWp	47,975 kWp
Temperatura Minima	-1,5 °C	-1,5 °C	-1,5 °C
Temperatura Massima	63,57 °C	63,57 °C	63,57 °C

B – Copertura refettorio:

	Campo FV 0
Tipo di installazione	Montato sul tetto
Inclinazione	10,00°
Azimut	0,00°
Produttore	Trina Solar
Modello	TSM-NEG18R.28-505
N. moduli	95
Potenza totale	47,975 kWp
Temperatura Minima	-1,5 °C
Temperatura Massima	63,57 °C

Le caratteristiche dei sottocampi, sintetizzate nella tabella seguente, sono identiche:

Potenza nominale	505,00 W	Tensione circuito aperto Voc	40,30 V
Corrente di cortocircuito I _{sc}	15,89 A	Tensione nominale V _{mp}	33,50 V
Corrente nominale I _{mp}	15,09 A	Coefficiente di temperatura Voc	-0,24 %/°C
Coefficiente di temperatura I _{sc}	0,04 %/°C	Coefficiente di temperatura P _{max}	-0,29 %/°C

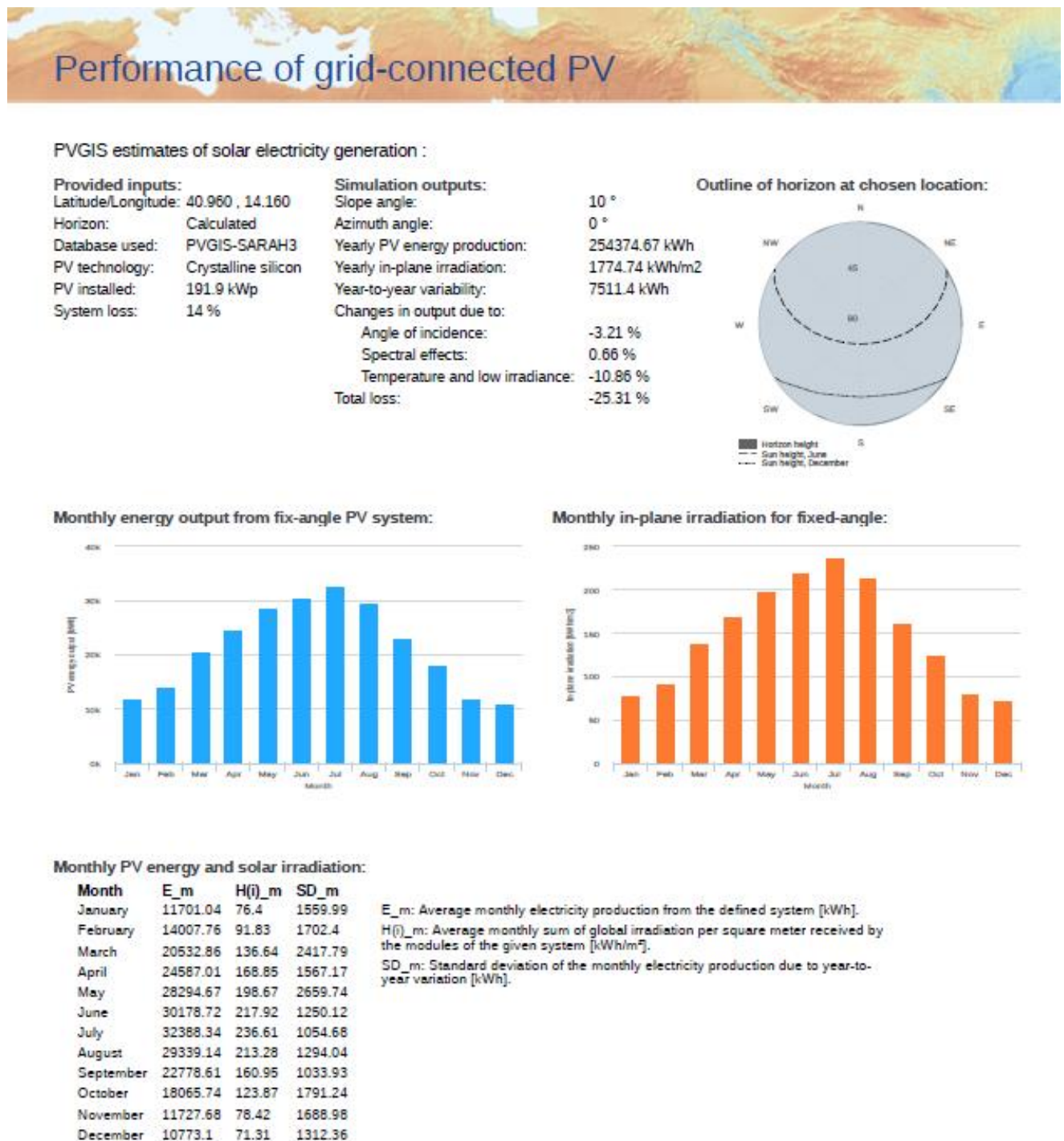
Si ribadisce che le caratteristiche degli stessi sono solo indicative della qualità delle apparecchiature.

I cavi di collegamento DC tra moduli fotovoltaici saranno di tipologia “cavo solare” sigla H1Z2Z2K 0,6/1 kV, standard EN 50618, isolato in compound reticolato LS0H (Low Smoke Zero Halogen) e conduttore flessibile in rame stagnato, guaina in mescola elastomerica reticolata senza alogeni, di colore nero per i circuiti di polarità negativa e rosso per quelli di polarità positiva.

Le linee di collegamento AC tra inverter / dispositivo di protezione e rete elettrica saranno realizzate con cavi di energia tipo FG16OM16.

4.4. Producibilità energetica

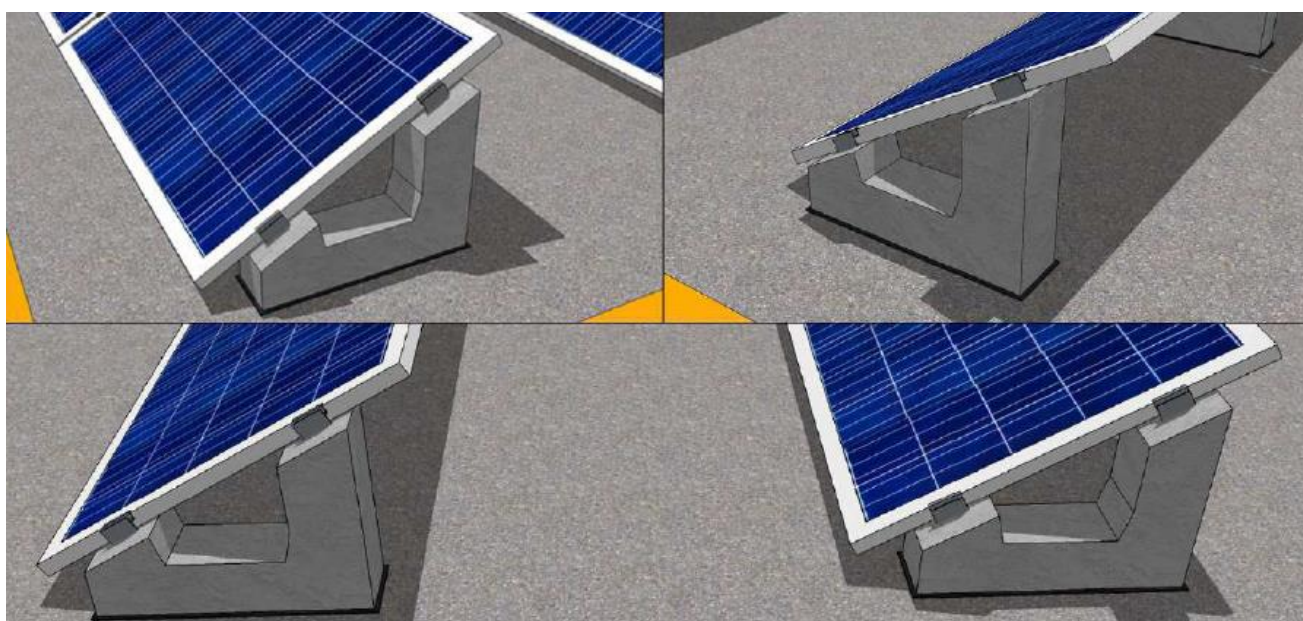
L'impianto fotovoltaico sarà in grado di produrre circa 254.000 kWh/anno. Il calcolo della producibilità dell'impianto è stato condotto con lo strumento PVGIS ©Unione Europea, 2001-2024, come di seguito riportato nello stralcio dall'elaborato di calcolo energetico.



4.5. Strutture di supporto

La struttura di supporto dei moduli fotovoltaici sarà costituita da elementi in calcestruzzo, in modo da permettere una bassa usura nel tempo, bassi costi di manutenzione e alta resistenza alle diverse condizioni climatiche.

Il calcestruzzo avrà classe di esposizione XC4, classe di resistenza C32/40 e contenuto minimo di cemento pari a 340 kg/mq. Ciascun elemento, avente peso 58 kg e sagoma già inclinata di 10°, avrà funzione sia di supporto che di zavorra.



4.6. Requisiti particolari

Si analizzano di seguito le caratteristiche dell'impianto fotovoltaico, in relazione ai requisiti tecnici indicati nella “Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici – edizione 2012”, al fine di dimostrare l'osservanza delle applicabili prescrizioni in essa contenute, nonché la condizione di non aggravio del rischio incendio dovuta all'impianto fotovoltaico.

- L'impianto è stato progettato a regola d'arte, in conformità alle norme CEI applicabili; tutti i componenti previsti sono conformi alle disposizioni comunitarie o nazionali applicabili; i moduli fotovoltaici sono conformi alla Norma CEI EN 61730-2;

- l'installazione dovrà essere eseguita in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato; i pannelli fotovoltaici saranno separati dall'attività sottostante da uno strato di materiale incombustibile (pavimentazione);
- non si rilevano interferenze tra moduli e/o condutture elettriche ed eventuali evacuatori di fumo e calore (non presenti nel fabbricato in oggetto), lucernari e/o camini;
- non sono presenti elementi verticali di compartimentazione antincendio all'interno dell'attività sottostante il piano di appoggio dell'impianto fotovoltaico;
- limitatamente alla parte in corrente alternata, non essendo possibile togliere tensione ai moduli esposti all'irraggiamento solare, il sezionamento manuale dell'impianto può essere effettuato agendo sull'interruttore generale installato nel quadro elettrico principale di edificio oppure azionando il pulsante di sgancio di emergenza dell'edificio;
- sulla copertura dell'edificio, in corrispondenza dell'accesso e lungo le condutture dell'impianto, ogni 10 m, saranno affissi avvisi riportanti la dicitura: ***"ATTENZIONE: IMPIANTO FOTOVOLTAICO IN TENSIONE DURANTE LE ORE DIURNE (814 Volt)"***.
- non si rilevano interferenze con zone classificate ai sensi del D. Lgs. 81/2008 – allegato XLIX per la presenza di gas, vapori, nebbie infiammabili o polveri combustibili, né con luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di materiale esplodente, né con "luoghi sicuri" ai sensi del DM 30/11/1983, né l'impianto e i suoi componenti potranno costituire intralcio alle vie di esodo;
- non sono presenti componenti di impianto all'interno di "luoghi sicuri" ai sensi del DM 30/11/1983, né i componenti di impianto potranno, per la loro ubicazione, risultare di intralcio lungo le vie di esodo.