



CITTÀ DI LEGNAGO

**COMUNE DI LEGNAGO -VR**

SETTORE 3° LL.PP. ED URBANISTICA  
Via XX Settembre, 29 – 37045 Legnago (Verona)  
tel. 0442 634900–634925

Responsabile del procedimento e  
Direttore di esecuzione del contratto  
Ing. Giacomo Masiero



**M4 C1 I3.3 - CO-FINANZIATO  
DALL'UNIONE EUROPEA NEXT  
GENERATION EU**

INTERVENTO PER LA RIGENERAZIONE ED IL  
POTENZIAMENTO DEL COMPLESSO SCOLASTICO DI VIA  
RAGAZZI DEL '99 NEL QUARTIERE DI PORTO DI LEGNAGO

**1^ FASE. DEMOLIZIONE E RICOSTRUZIONE SCUOLA  
SECONDARIA DI 1° GRADO "G.B.CAVALCASELLE"**

capogruppo RTP / responsabile della progettazione integrata e coordinata



**Atelier(s) Alfonso Femia s.r.l.**

via cadolini 32/48, 20137 milano tel. 02.54019701 fax 010.54115512  
via interiano 3/11, 16124 genova tel. 010.540095 fax 010.5702094  
55 rue des petites écuries, 75010 paris tel +331.42462894  
milano@atelierfemia.com www.atelierfemia.com

Mandante RTP / progettazione strutturale e impiantistica - prevenzione incendi



**Sertec engineering consulting s.r.l.**

strada provinciale 222, n.31, 10010 Loranze, Torino  
tel 0125 1970499  
info@sertec-engineering.com

Mandante RTP / progettazione paesaggistica

**arch. Michelangelo Pugliese**

via Vito Inferiore 39/A, 89122 Reggio Calabria  
tel. 389 9687867  
arch.michelangelopugliese@gmail.com

Progetto esecutivo



codice  
documento

**IEeTrel001c**

scala

-

oggetto

**Relazione tecnica degli impianti elettrici e speciali**

tipo  
elaborato

**Impianti Elettrici**

data di  
consegna

**09 giugno 2023**

percorso

Server\_Atelier/01\_2 INCARICHI ATELIER/01\_IN CORSO/00\_1 5+1AA SRL  
INCARICHI\_MI/LSF (Legnago Scuola Fattibilità)/08 LSF Ae ESECUTIVO

commessa

rev.	data	redatto	verificato	approvato	oggetto revisione
a	15/12/2021	E.D.	L.V.	D.G.	prima consegna
b	06.06.23	E.D.	L.V.	D.G.	note LA MERCURIO
c	09.06.23	E.D.	L.V.	D.G.	aggiornamento cartiglio

## INDICE

1. PREMESSE .....	2
2. NORME DI RIFERIMENTO.....	3
3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....	4
4. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....	5
5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	5
6. CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO.....	5
7. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI.....	6
8. INTEGRALE DI JOULE .....	7
9. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO .....	8
10. CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI.....	9
11. CADUTE DI TENSIONE .....	9
12. SCELTA DELLE PROTEZIONI.....	10
13. VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE.....	11
14. CAVI ELETTRICI .....	12
15. TUBI PROTETTIVI E CANALI.....	12
16. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE.....	12
15.1 ILLUMINAZIONE ORDINARIA .....	12
15.2 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA .....	13
17. IMPIANTO DI FORZA MOTRICE.....	13
18. IMPIANTO DI TERRA.....	14
19. CRITERI DI PROGETTAZIONE ANTISISMICA DEGLI IMPIANTI.....	23
20. IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	23
20.1. CRITERI DI VERIFICA.....	23
21. CRITERI MINIMI AMBIENTALI (CAM).....	26
21.1. PREMESSA .....	26
21.2. PRINCIPIO D.N.S.H. ....	26
22. IMPIANTO A CAMPANELLA.....	27
23. ALLEGATO A – STIMA RENDIMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	28
24. ALLEGATO B – REPORT VERIFICHE IMPIANTO FOTOVOLTAICO.....	29

# IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

## 1. PREMESSE

La presente relazione illustra le caratteristiche, i criteri di dimensionamento e i metodi di calcolo dell'impianto elettrico da realizzare a servizio della scuola secondaria di 1° grado "G.B.CAVALCASELLE" nel comune di Legnago. Il progetto è stato redatto nel rispetto delle indicazioni del DM 37/08 del 22 gennaio 2008 e s.m.i. nell'intento di realizzare un impianto elettrico rispondente a tutte le necessità di utilizzo dello stesso, e nel rispetto delle normative tecniche e giuridiche tali da garantire affidabilità e sicurezza durante il normale esercizio, nel pieno rispetto della Legge n.186 del 1° Marzo 1968 riguardante la realizzazione degli impianti a regola d'arte.

Il presente documento costituisce con la documentazione allegata un progetto esecutivo. Nell'eventualità che si riscontrino delle discordanze o incongruenze nelle indicazioni presenti nei documenti sopra citati, si dovrà fare riferimento a quelle più restrittive o a favore della sicurezza. Gli impianti oggetto dei lavori saranno realizzati a regola d'arte nel rispetto delle indicazioni del DM 37/08 del 22 gennaio 2008 e s.m.i., e nel rispetto dei requisiti minimi descritti nel progetto.

I componenti elettrici che verranno impiegati per la realizzazione dell'impianto dovranno risultare conformi alle corrispondenti Norme tecniche di riferimento. In particolare, la scelta e l'installazione delle apparecchiature elettriche ed elettroniche e dei relativi cavi di collegamento sarà realizzata in modo tale da soddisfare le relative norme EMC (compatibilità elettromagnetica).

---

## 2. NORME DI RIFERIMENTO

Nel presente progetto si è tenuta in considerazione la normativa vigente in materia di sicurezza e risparmio energetico. In particolare, le opere dovranno essere realizzate in conformità con le normative vigenti nel territorio italiano riguardanti la qualità dei manufatti e dei componenti e la regola dell'arte. Di seguito, fermo restando che la ditta appaltante dovrà realizzare l'opera in conformità con tutte le normative di legge presenti, le norme UNI, le norme CEI, anche se non espressamente citate, vengono riportate alcune tra le principali normative alle quali fare riferimento tenendo pure in considerazione le successive modifiche:

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 2000 Iva Ed. Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIa Ed. (IEC 60909-0:2001-07): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI 17-5 VIIIa Ed. 2007: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI 23-3/1 Ia Ed. 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI 64-8 VIII Ed. 2021: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35023 2020: Cavi di energia per tensione nominale U uguale a 1 kV – Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024 2020: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1 000 V in corrente alternata e a 1 500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 IIa Ed. 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.

- UNI 12464-2: Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno
- UNI 12464-1: Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni

### 3. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

L'impianto elettrico sarà alimentato da un punto di fornitura predisposto dall'ente distributore mediante sistema di categoria I, con distribuzione in BT alla tensione di 400 V, per una potenza contrattuale inferiore a 100 kW.

A valle di tale punto sarà installato, all'interno del locale caldaia al piano terra, il quadro elettrico "Generale" Q.E.GEN. il quale alimenterà i seguenti quadri elettrici: il quadro elettrico "Q.E.Pianterreno" installato all'interno della bidelleria guardiania al pianterreno, il quadro elettrico "Q.E.Palestra" all'interno del Deposito Palestra e il quadro elettrico "Q.E.Imp.Tec.Coper" sul tetto di copertura dell'edificio. Da ciascun quadro si svilupperanno i vari circuiti necessari per alimentare le utenze del relativo piano o porzione di piano in cui è presente.

L'impianto elettrico sarà costituito dai seguenti sottoimpianti:

- impianto di illuminazione (ordinaria e di emergenza);
- impianto di forza motrice;
- impianto BMS (gestione illuminazione e termoregolazione);
- impianto cablaggio strutturato;
- impianto a campanella.

Per quanto riguarda il plesso esistente, è prevista la riqualificazione della centrale termica attuale, compresa la fornitura e posa in opera di un nuovo quadro elettrico a servizio delle pompe e di tutte le utenze di centrale. Il suddetto quadro elettrico sarà alimentato dalla fornitura elettrica esistente, con potenza contrattuale di 40 kW, che alimenta attualmente gli impianti elettrici di entrambi i plessi.

La massima caduta di tensione ammissibile su ogni linea dei circuiti terminali sarà del 4% rispetto all'origine dell'impianto mentre, la massima caduta di tensione prevista su ogni singolo circuito non sarà superiore al 3%.

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione, ottenuta mediante l'installazione e il coordinamento degli interruttori automatici magnetotermici dotati di relè differenziale ad alta sensibilità (0,03 A) a protezione dei circuiti terminali che interrompono il circuito quando si crea una situazione di pericolo.

La protezione dai contatti diretti, aventi lo scopo di proteggere le persone dalle conseguenze di contatti con parti elettricamente attive, ossia in tensione durante il loro funzionamento, sarà del tipo totale. Il termine totale indica che queste misure impediscono sia il contatto accidentale che involontario, a patto di non utilizzare attrezzi e di non danneggiare il sistema di protezione.

L'impianto elettrico sarà dotato di un adeguato impianto di terra dimensionato secondo la norma CEI 64-12. Il collettore principale sarà realizzato attraverso una barra in rame su cui si attesteranno i conduttori di protezione, conduttori di terra, dispersori e i collegamenti equipotenziali.

All'interno del locale tecnico posto al piano seminterrato sarà presente un quadro elettrico, al cui interno saranno ubicati i dispositivi di sezionamento e protezione dei circuiti a servizio dell'intero edificio. Tutte le linee in partenza dai quadri elettrici saranno ripartite per gruppi funzionali. Quadri e sottoquadri dovranno essere realizzati con custodia isolante e con grado di protezione non inferiore a IP40. La disposizione delle apparecchiature e degli strumenti dovrà essere adeguata alla necessità di esercizio e di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Il dimensionamento dei quadri è stato realizzato tenendo conto:

- Della dissipazione di calore dalle apparecchiature – ha quindi volume sufficiente al loro smaltimento;
- Di comodo e facile accesso alle apparecchiature – in particolare a quelle parti di più frequente ispezione;
- Di futuri ampliamenti – il dimensionamento della carpenteria viene maggiorato del 25%;

I quadri elettrici forniti dovranno essere muniti di una targa indelebile e inamovibile identificante i dati richiesti dalla norma CEI EN 60439-1 (anno di costruzione, nome del costruttore, numero identificativo, tensione nominale, corrente nominale, natura della corrente, frequenza, grado di protezione).

La classificazione degli ambienti in funzione del rischio antincendio è riportata nell'elaborato "VVFel001c – Relazione prevenzione incendi".

## 4. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

La protezione dai contatti diretti, aventi lo scopo di proteggere le persone dalle conseguenze di contatti con parti elettricamente attive, ossia in tensione durante il loro funzionamento, sarà del tipo totale. Il termine totale indica che queste misure impediranno sia il contatto accidentale che involontario, a patto di non utilizzare attrezzi e di non danneggiare il sistema di protezione.

## 5. PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà realizzata mediante interruttori magnetotermici differenziali; la corrente differenziale di intervento sarà tale da garantire la selettività tra i vari interruttori posti in cascata.

## 6. CALCOLO DELLE CORRENTI DI IMPIEGO

Il calcolo delle correnti d'impiego viene eseguito in base alla classica espressione:

$$I_b = \frac{P_d}{k_{ca} \cdot V_n \cdot \cos\varphi}$$

Nella quale:

- $k_{ca} = 1$  sistema monofase o bifase, due conduttori attivi;
- $k_{ca} = 1.73$  sistema trifase, tre conduttori attivi.

Se la rete è in corrente continua il fattore di potenza  $\cos\varphi$  è pari a 1.

Dal valore massimo (modulo) di  $I_b$  vengono calcolate le correnti di fase in notazione vettoriale (parte reale ed immaginaria) con le formule:

$$\begin{aligned}\dot{I}_1 &= I_b \cdot e^{-j\varphi} = I_b \cdot (\cos\varphi - j\sin\varphi) \\ \dot{I}_2 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi-2\pi/3)} = I_b \cdot \left( \cos\left(\varphi - \frac{2\pi}{3}\right) - j\sin\left(\varphi - \frac{2\pi}{3}\right) \right) \\ \dot{I}_3 &= I_b \cdot e^{-j(\varphi-4\pi/3)} = I_b \cdot \left( \cos\left(\varphi - \frac{4\pi}{3}\right) - j\sin\left(\varphi - \frac{4\pi}{3}\right) \right)\end{aligned}$$

Il vettore della tensione  $V_n$  è supposto allineato con l'asse dei numeri reali:

$$\dot{V}_n = V_n + j0$$

La potenza di dimensionamento  $P_d$  è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

Nella quale *coeff* è pari al fattore di utilizzo per utenze terminali oppure al fattore di contemporaneità per utenze di distribuzione.

La potenza  $P_n$ , invece, è la potenza nominale del carico per utenze terminali, ovvero, la somma delle  $P_d$  delle utenze a valle ( $\Sigma P_d$  a valle) per utenze di distribuzione (somma vettoriale).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

$$Q_n = P_n \cdot \tan\varphi$$

Per le utenze terminali, mentre per le utenze di distribuzione viene calcolata come somma vettoriale delle potenze reattive nominali a valle ( $\Sigma Q_d$  a valle).

Il fattore di potenza per le utenze di distribuzione viene valutato, di conseguenza, con la:

$$\cos\varphi = \cos\left(\arctan\left(\frac{Q_n}{P_n}\right)\right)$$

## 7. DIMENSIONAMENTO DEI CAVI

Il criterio seguito per il dimensionamento dei cavi è tale da poter garantire la protezione dei conduttori alle correnti di sovraccarico.

In base alla norma CEI 64-8/4 (par. 433.2), infatti, il dispositivo di protezione deve essere coordinato con la condotta in modo da verificare le condizioni:

$$a) \quad I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$b) \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

Per la condizione a) è necessario dimensionare il cavo in base alla corrente nominale della protezione a monte. Dalla corrente  $I_b$ , pertanto, viene determinata la corrente nominale della protezione (seguendo i valori normalizzati) e con questa si procede alla determinazione della sezione.

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- Condutture senza protezione derivate da una conduttura principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- Conduttura che alimenta diverse derivazioni singolarmente protette contro i sovraccarichi, quando la somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione delle derivazioni non supera la portata  $I_z$  della conduttura principale.

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Le sette tabelle utilizzate sono:

- IEC 448;
- IEC 364-5-523 (1983);
- IEC 60364-5-52 (PVC/EPR);
- IEC 60364-5-52 (Mineral);
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026;
- CEI 20-91 (HEPR).

## 8. INTEGRALE DI JOULE

Dalla sezione dei conduttori del cavo deriva il calcolo dell'integrale di Joule, ossia la massima energia specifica ammessa dagli stessi, tramite la:

$$I^2 \cdot t = K^2 \cdot S^2$$

La costante K viene data dalla norma 64-8/4 (par. 434.3), per i conduttori di fase e neutro e, dal paragrafo 64-8/5 (par. 543.1), per i conduttori di protezione in funzione al materiale conduttore e al materiale isolante. Per i cavi ad isolamento minerale le norme attualmente sono allo studio, i paragrafi sopraccitati riportano però nella parte commento dei valori prudenziali.

I valori di K riportati dalla norma sono per i conduttori di fase (par. 434.3):

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 200
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 200
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 74
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	K = 92



I valori di K per i conduttori di protezione unipolari (par. 543.1) tab. 54B:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 143
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 166
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 176
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 143
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 95
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 110
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 116

I valori di K per i conduttori di protezione in cavi multipolari (par. 543.1) tab. 54C:

Cavo in rame e isolato in PVC:	K = 115
Cavo in rame e isolato in gomma G:	K = 135
Cavo in rame e isolato in gomma G5-G7:	K = 143
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie L nudo:	K = 228
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	K = 115
Cavo in rame serie H nudo:	K = 228
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	K = 76
Cavo in alluminio e isolato in gomma G:	K = 89
Cavo in alluminio e isolato in gomma G5-G7:	K = 94

## 9. DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

La norma CEI 64-8 par. 524.2 e par. 524.3, prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifasi, può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- Il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm<sup>2</sup>;
- La massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- La sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup> se il conduttore è in rame e a 25 mm<sup>2</sup> se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm<sup>2</sup> se conduttore in rame e 25 mm<sup>2</sup> se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

- Determinazione in relazione alla sezione di fase;
- Determinazione tramite rapporto tra le portate dei conduttori;
- Determinazione in relazione alla portata del neutro.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore in questione secondo i seguenti vincoli dati dalla norma:

$$\begin{aligned} S_f < 16\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f \\ 16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: & \quad S_n = 16\text{mm}^2 \\ S_f > 35\text{mm}^2: & \quad S_n = S_f / 2 \end{aligned}$$

Il secondo criterio consiste nell'impostare il rapporto tra le portate del conduttore di fase e il conduttore di neutro, e il programma determinerà la sezione in base alla portata.

Il terzo criterio consiste nel dimensionare il conduttore tenendo conto della corrente di impiego circolante nel neutro come per un conduttore di fase.

Le sezioni dei neutri possono comunque assumere valori differenti rispetto ai metodi appena citati, comunque sempre calcolati a regola d'arte.

## 10. CALCOLO DELLA TEMPERATURA DEI CAVI

La valutazione della temperatura dei cavi si esegue in base alla corrente di impiego e alla corrente nominale tramite le seguenti espressioni:

$$\begin{aligned} T_{cavo}(I_b) &= T_{ambiente} + \left( \alpha_{cavo} \cdot \frac{I_b^2}{I_z^2} \right) \\ T_{cavo}(I_n) &= T_{ambiente} + \left( \alpha_{cavo} \cdot \frac{I_n^2}{I_z^2} \right) \end{aligned}$$

Esprese in °C.

Esse derivano dalla considerazione che la sovratemperatura del cavo a regime è proporzionale alla potenza in esso dissipata.

Il coefficiente  $\alpha_{cavo}$  è vincolato dal tipo di isolamento del cavo e dal tipo di tabella di posa che si sta usando.

## 11. CADUTE DI TENSIONE

Le cadute di tensione sono calcolate vettorialmente. Per ogni utenza si calcola la caduta di tensione vettoriale lungo ogni fase e lungo il conduttore di neutro (se distribuito). Tra le fasi si considera la caduta di tensione maggiore che viene riportata in percentuale rispetto alla tensione nominale:

$$c.d.t(ib) = \max \left( \left| \sum_{i=1}^k \dot{Z}f_i \cdot \dot{I}f_i - \dot{Z}n_i \cdot \dot{I}n_i \right| \right)_{f=R,S,T}$$

Con  $f$  che rappresenta le tre fasi R, S, T;

Con  $n$  che rappresenta il conduttore di neutro;

Con  $i$  che rappresenta le  $k$  utenze coinvolte nel calcolo;

Il calcolo fornisce, quindi, il valore esatto della formula approssimata:

$$cdt(I_b) = k_{cdt} \cdot I_b \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot (R_{cavo} \cdot \cos \varphi + X_{cavo} \cdot \sin \varphi) \cdot \frac{100}{V_n}$$

Con:

- $k_{cdt}=2$  per sistemi monofase;
- $k_{cdt}=1.73$  per sistemi trifase.

I parametri  $R_{cavo}$  e  $X_{cavo}$  sono ricavati dalla tabella UNEL in funzione del tipo di cavo (unipolare/multipolare) ed alla sezione dei conduttori; di tali parametri il primo è riferito a 70° C per i cavi con isolamento PVC, a 90° C per i cavi con isolamento EPR; mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in  $\Omega/\text{km}$ . La  $cdt(I_b)$  è la caduta di tensione alla corrente  $I_b$  è calcolata analogamente alla  $cdt(I_b)$ .

Se la frequenza di esercizio è differente dai 50 Hz si imposta

$$X'_{cavo} = \frac{f}{50} \cdot X_{cavo}$$

La caduta di tensione da monte a valle (totale) di una utenza è determinata come somma delle cadute di tensione vettoriale, riferite ad un solo conduttore, dei rami a monte all'utenza in esame, da cui, viene successivamente determinata la caduta di tensione percentuale riferendola al sistema (trifase o monofase) e alla tensione nominale dell'utenza in esame.

Sono adeguatamente calcolate le cadute di tensione totali nel caso siano presenti trasformatori lungo la linea (per esempio trasformatori MT/BT o BT/BT). In tale circostanza, infatti, il calcolo della caduta di tensione totale tiene conto sia della caduta interna nei trasformatori, sia della presenza di spine di regolazione del rapporto spire dei trasformatori stessi.

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525). Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

## 12. SCELTA DELLE PROTEZIONI

La scelta delle protezioni viene effettuata verificando le caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed i valori di guasto; in particolare le grandezze che vengono verificate sono:

- Corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- Numero poli;
- Tipo di protezione;
- Tensione di impiego, pari alla tensione nominale dell'utenza;
- Potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza  $I_{km\ max}$ ;

- Taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ( $I_{mag\ max}$ ).

## 13. VERIFICA DELLA PROTEZIONE A CORTOCIRCUITO DELLE CONDUTTURE

Secondo la norma 64-8 par.434.3 "Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti.", le caratteristiche delle apparecchiature di protezione contro i cortocircuiti devono soddisfare a due condizioni:

- Il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione (a meno di protezioni adeguate a monte);
- La caratteristica di intervento deve essere tale da impedire che la temperatura del cavo non oltrepassi, in condizioni di guasto in un punto qualsiasi, la massima consentita.

La prima condizione viene considerata in fase di scelta delle protezioni. La seconda invece può essere tradotta nella relazione:

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

Ossia in caso di guasto l'energia specifica sopportabile dal cavo deve essere maggiore o uguale a quella lasciata passare dalla protezione.

La norma CEI al par. 533.3 "Scelta dei dispositivi di protezioni contro i cortocircuiti" prevede pertanto un confronto tra le correnti di guasto minima (a fondo linea) e massima (inizio linea) con i punti di intersezione tra le curve. Le condizioni sono pertanto:

- Le intersezioni sono due:
  - $I_{cc\ min} \geq I_{inters\ min}$  (quest'ultima riportata nella norma come  $I_a$ );
  - $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$  (quest'ultima riportata nella norma come  $I_b$ ).
- L'intersezione è unica o la protezione è costituita da un fusibile:
  - $I_{cc\ min} \geq I_{inters\ min}$ .
- L'intersezione è unica e la protezione comprende un magnetotermico:
  - $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$ .

Sono pertanto verificate le relazioni in corrispondenza del guasto, calcolato, minimo e massimo. Nel caso in cui le correnti di guasto escano dai limiti di esistenza della curva della protezione il controllo non viene eseguito.

### Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti  $K^2 S^2$  e la  $I_z$  dello stesso.
- La verifica della protezione a cortocircuito eseguita dal programma consiste in una verifica qualitativa, in quanto le curve vengono inserite riprendendo i dati dai grafici di catalogo e non direttamente da dati di prova; la precisione con cui vengono rappresentate è relativa.

## 14. CAVI ELETTRICI

I cavi utilizzati sono stati scelti in funzione del regolamento prodotti di costruzione (CPR) n°305/201. In particolare saranno utilizzati i seguenti cavi:

- FG16(O)M16 0,6/1 kV – per dorsali della distribuzione primaria all'interno della scuola;
- FG17 450/750 V – per le derivazioni dalle dorsali della distribuzione primaria;
- FG16(O)R16 0,6 kV – per gli impianti elettrici esterni.
- Cavo UTP cat. 6 con guaina esterna LSZH – per impianto cablaggio strutturato;
- Cavo H1Z2Z2-K – per impianto fotovoltaico lato DC.

## 15. TUBI PROTETTIVI E CANALI

La distribuzione dovrà essere effettuata tramite:

- Cavidotto interrato per gli impianti esterni;
- Canalina metallica per le dorsali della distribuzione primaria;
- Tubazione PVC per le derivazioni/stacchi dalle dorsali.

Le cassette di derivazione dovranno essere installate in modo da rendere agevole l'infilaggio dei cavi per il collegamento delle utenze.

Le tubazioni devono essere disposte orizzontalmente o verticalmente evitando percorsi obliqui.

Il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1.5 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi.

Il raggio di curvatura delle tubazioni deve essere tale da non danneggiare i cavi.

Il percorso di tubazioni, il tipo e la sezione, sono chiaramente indicati nelle tavole planimetriche.

## 16. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

### 15.1 ILLUMINAZIONE ORDINARIA

La progettazione di un impianto di illuminazione si concretizza nella soluzione di tre problemi fondamentali:

- Qualità della luce da impiegare (scelta del tipo di lampada),
- Scelta degli apparecchi illuminanti,
- Scelta dei livelli di illuminamento.

In questo progetto ci saranno apparecchi tipo a LED scelti in funzione delle caratteristiche del locale in cui verranno installati. Tali apparecchi illuminati garantiranno i livelli di illuminamento prescritti dalla norma.

Il numero dei corpi illuminanti da installare in ogni singolo ambiente è stato calcolato facendo uso del metodo del flusso totale. Tale metodo si basa sulla formula:

$$N = \frac{E \cdot A}{n \cdot \Phi \cdot k}$$

---

Dove è:

- $E$  = illuminamento medio richiesto in lux;
- $A$  = superficie del locale in mq;
- $\Phi$  = flusso luminoso emesso da una lampada, in lumen;
- $n$  = numero di lampade per apparecchio illuminante;
- $k$  = coefficiente che tiene conto del deprezzamento luminoso della lampada per depositi di polvere, del rendimento dell'apparecchio illuminante, della geometria del locale e della riflessioni delle pareti.

I coefficienti di manutenzione dei corpi illuminanti sono stati scelti tenendo conto di:

- Tipo di apparecchio (classe di manutenzione);
- Tipo di ambiente (molto pulito, pulito, sporco, molto sporco);
- Durata del corpo illuminante.

## 15.2 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA

L'illuminazione di sicurezza sarà realizzata lungo le vie di esodo e ove vengono svolte attività per le quali la sospensione delle stessa richiede la visione della attività in corso.

Allo scopo è previsto l'impiego di:

- Apparecchi illuminanti del tipo autoalimentato con o senza pittogramma con le indicazioni della via di fuga;
- Apparecchi illuminanti alimentati da gruppo soccorritore centralizzato conforme alla normativa CEI EN 50171.

La quantità e la disposizione degli apparecchi illuminanti è tale da consentire il raggiungimento dei valori di illuminamento prescritti dalla normativa UNI 1838. Tali apparecchi illuminanti alimentati dal soccorritore centralizzato dovranno essere conformi alla normativa CEI EN 60598-2-22. Le lampade assicureranno una funzionalità continua di almeno 60 minuti garantendo un livello d'illuminazione non inferiore a 5 lux.

## 17. IMPIANTO DI FORZA MOTRICE

L'impianto di forza motrice sarà costituito principalmente da prese di servizio 10/16A di tipo bipasso e/o schuko installate, sia in scatole portafrutti da incasso sia in torrette a pavimento, nelle diverse aule, uffici, laboratori e zone comuni al piano terra e piano primo. Saranno inoltre installate delle prese alimentate da UPS (sotto continuità) nelle sale, uffici e in ogni aula. Infine, sarà prevista l'alimentazione di tutte le utenze generiche quali ascensori, ventilconvettori, VMC, pompa di calore, UTA e più in generale, tutte utenze facenti parte degli impianti fluidomeccanici.

Le canaline elettriche saranno in acciaio zincato tipo Sendzimir complete di coperchio di chiusura e forate nella parte sottostante per permettere l'eventuale scolo dell'acqua che si potrebbe infiltrare.

La posizione degli impianti di forza motrice e le loro caratteristiche sono riportate nelle planimetrie impianto forza motrice piano terra "IEeTpgt005c" e piano primo "IEeTpgt008c".



Figura 1 - Canaline elettriche saranno in acciaio zincato tipo Sendzimir

Le postazioni dell'aula docenti ed uffici saranno allestite attraverso delle scrivanie elettrificate, le quali saranno collegate all'alimentazione elettrica attraverso un cavo proveniente dalle torrette a pavimento poste sotto le stesse.



Figura 2 - Tipologico torretta a pavimento a due piani

## 18. IMPIANTO DI TERRA

L'impianto disperdente, come rappresentato sulle corrispondenti tavole planimetriche, sarà costituito da un sistema impiantistico di tipo misto formato da uno spandente di tipo orizzontale realizzato da una corda di rame nudo di sezione pari a 35 mm<sup>2</sup> integrato da spandenti di tipo verticale costituito da dispersore in acciaio zincato a caldo con profilo a X. A completamento di quanto sopra, ed al fine di garantire una maggior sicurezza, saranno adottati degli spandenti di profondità costituiti dai ferri delle armature delle fondazioni dei pilastri di sostegno della struttura. La corda di rame sarà collegata al collettore principale di terra posto all'interno del locale quadri.

Al collettore principale generale di terra andranno collegati:

- Maglie elettrosaldato del prefabbricato (corda di rame nudo di sezione pari a 50 mm<sup>2</sup>);
- Le carcasse e le barre di terra dei quadri MT e BT presenti (16 mm<sup>2</sup> tipo FS17);

- In generale tutti i conduttori di protezione, equipotenziali principali e secondari, dei sistemi elettrici (es. impianto FM e d'illuminazione) e non elettrici (es. ferri d'armatura ecc. ecc.).

La distribuzione dei conduttori di terra avrà origine dal nodo equipotenziale e sarà distribuita:

- A tutte le parti d'impianto che ordinariamente non sarebbero in tensione, ma che per effetto di cedimento dell'isolamento dei conduttori potrebbero assumere potenziali pericolosi;
- A tutti i circuiti di distribuzione;
- A tutte le tubazioni di trasporto, distribuzione, scarico delle acque, o di altro genere comunque capace di immettere potenziali pericolosi dall'esterno, da realizzarsi per mezzo di fascette o collari,

Non sono ammessi sul circuito di terra organi di interruzione o protezione o valvole fusibili o elementi di impianto che aumentino la resistenza complessiva del circuito.

L'impianto di messa a terra sarà così costituito:

- Dispensore orizzontale;
- Conduttore di terra (CT);
- Collettore (o nodo) principale di terra (MT);
- Conduttori di protezione (PE);
- Conduttori equipotenziali principali (EQP) e supplementari (EQS);
- Masse (M);
- Masse estranee (ME).

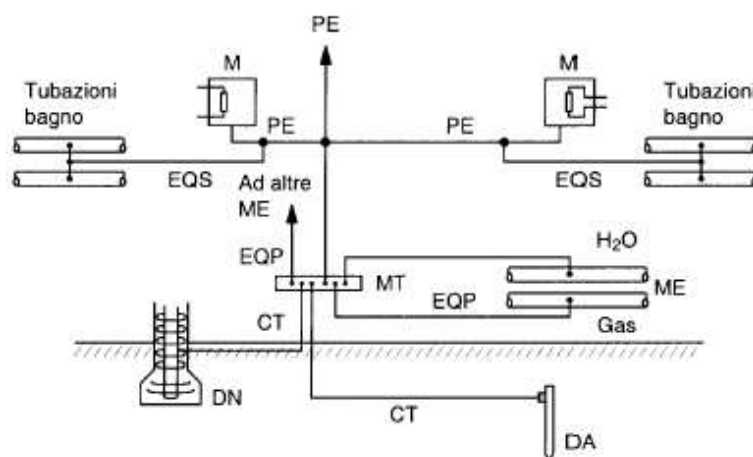


Figura 3 – Struttura fondamentale di un impianto di terra

### Dispensore orizzontale

Dispensore in corda di rame nuda della sezione pari a 35 mm<sup>2</sup> interrata di 1,5 m.

I dispersori orizzontali sono posti alle estremità della struttura e connessi tra loro mediante la corda di rame nudo di sezione pari a 35 mm<sup>2</sup>.

Le giunzioni sono effettuate con saldatura oppure con morsetti in grado di assicurare un buon contatto elettrico e sopportare eventuali sforzi meccanici. La disposizione della corda è mostrata nella planimetria allegata.

### Conduttore di terra (CT):



Collega il dispersore al collettore di terra (MT). Corda di rame nudo di sezione minima pari a 35 mm<sup>2</sup>.

### Conduttori di protezione (PE):

Cavo giallo-verde tipo FS17 entro le stesse tubazioni dei cavi di energia unipolari oppure, cavo-giallo verde all'interno dei cavi multipolari.

La sezione dei conduttori di protezione si baserà sul paragone con la sezione dei conduttori di fase dell'impianto (Tabella 54F della Norma CEI 64-8).

La sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica.

Gli apparecchi elettrici in classe II di isolamento non necessitano di conduttore di protezione.

### Conduttori equipotenziali:

Le sezioni dei conduttori equipotenziali principali saranno adeguate alle masse metalliche interessate, con sezione non inferiore a 6 mm<sup>2</sup>, con guaina isolante di colore giallo-verde.

Dovranno essere eseguiti i seguenti collegamenti equipotenziali:

- Il collegamento equipotenziale principale alle tubazioni metalliche, con cavo unipolare in rame tipo FS17 di sezione 16 mm<sup>2</sup>.
- Il collegamento equipotenziale per le canaline metalliche, con cavo unipolare con cavo unipolare in rame tipo FS17 di sezione 16 mm<sup>2</sup>.
- Il collegamento equipotenziale della camicia del pozzo, con cavo unipolare con cavo unipolare in rame tipo FS17 di sezione 16 mm<sup>2</sup>.

### Nodo di terra:

Barra di acciaio INOX forata atta a collegare tra loro i conduttori di terra e protezione. Le figure dalla 5.2 alla 5.12 descrivono le modalità di collegamento degli elementi di impianto sopra descritti così come indicato nella Guida CEI 64-12.

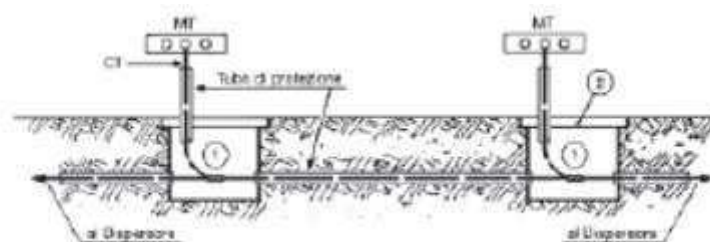


Figura 4 – Collegamento conduttore di terra – Dispersore intenzionale

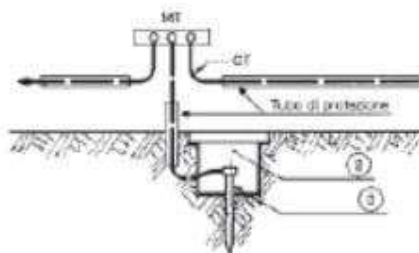


Figura 5 – Collegamento conduttore di terra – Dispersore intenzionale

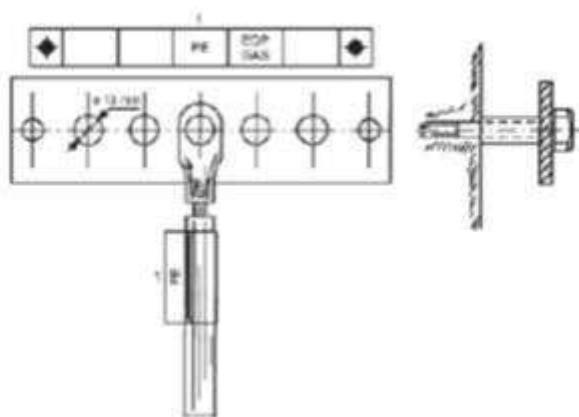


Figura 6 – Collettore principale di terra

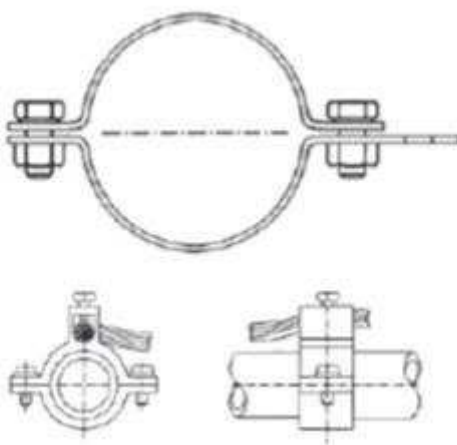


Figura 7 – Collari per il collegamento delle tubazioni

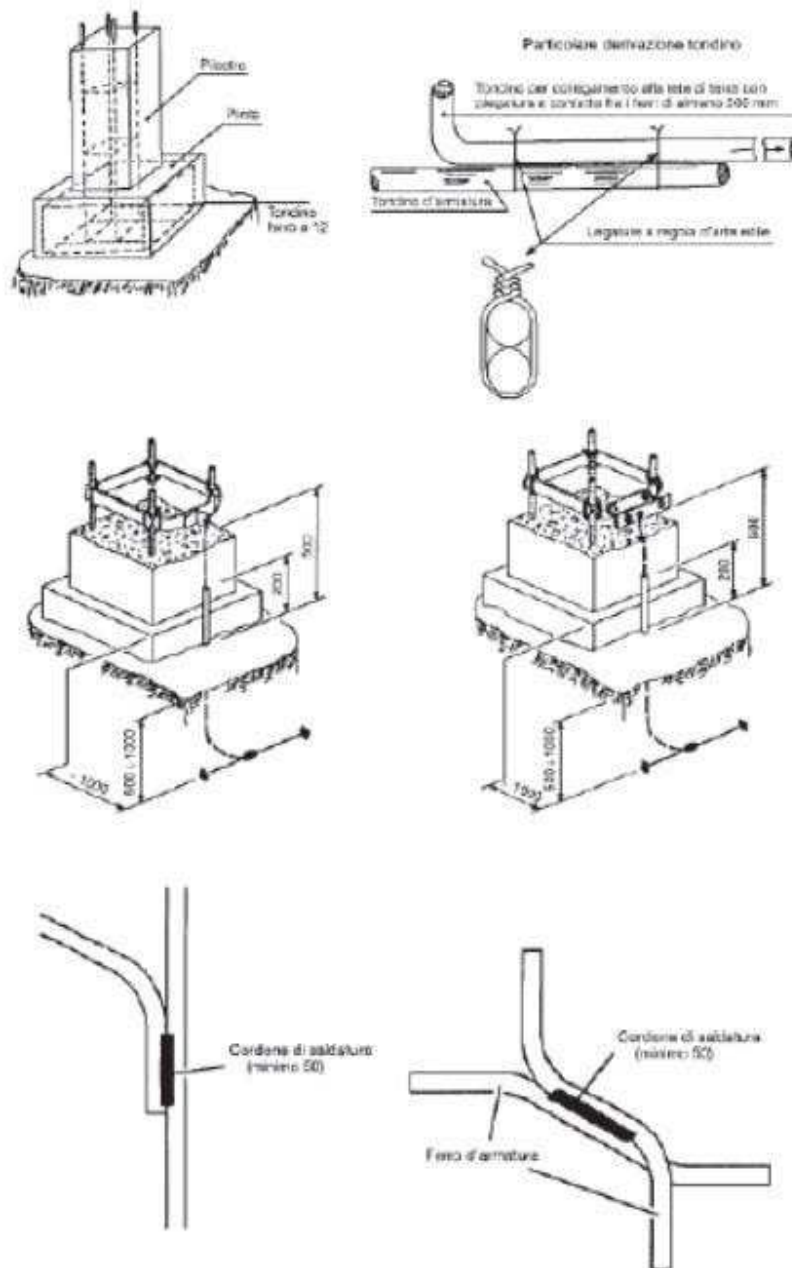


Figura 8 – Esempi di plinti di pilastri e di connessioni ai ferri dell'armatura (dimensioni espresse in mm)

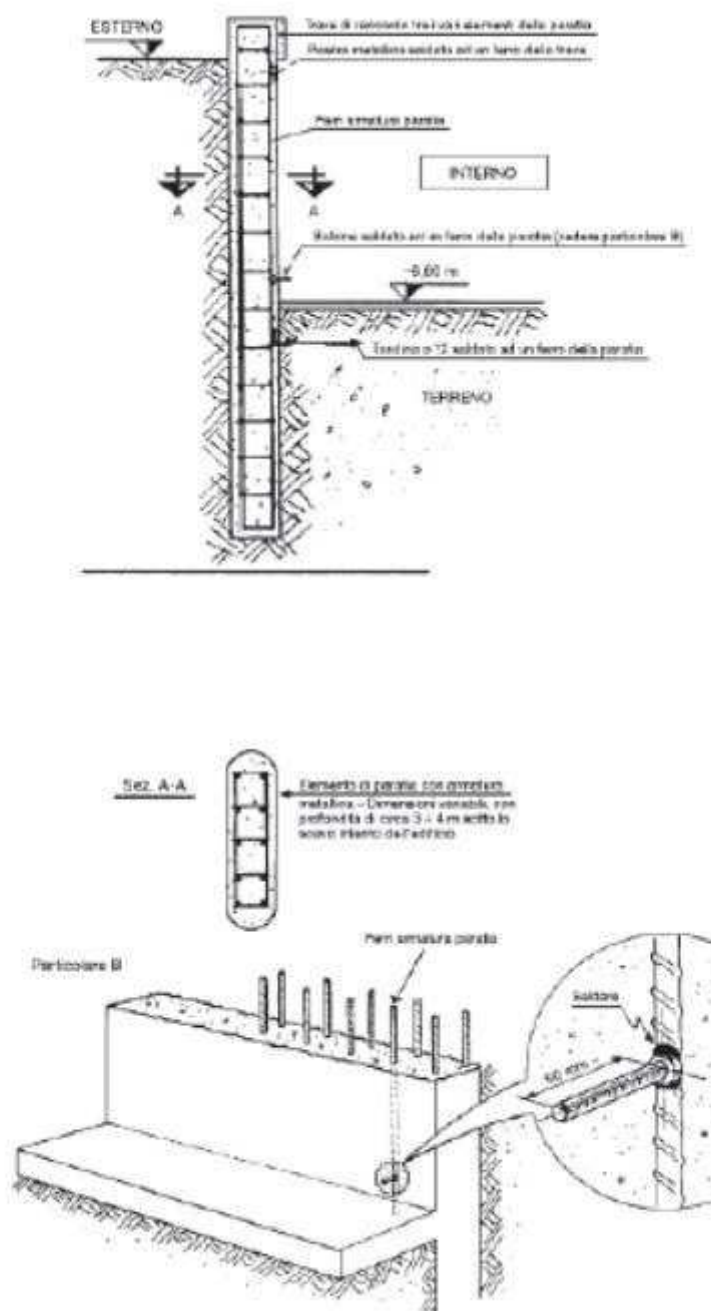


Figura 9 – Esempio di paratia di contenimento con connessioni ai ferri dell'armatura



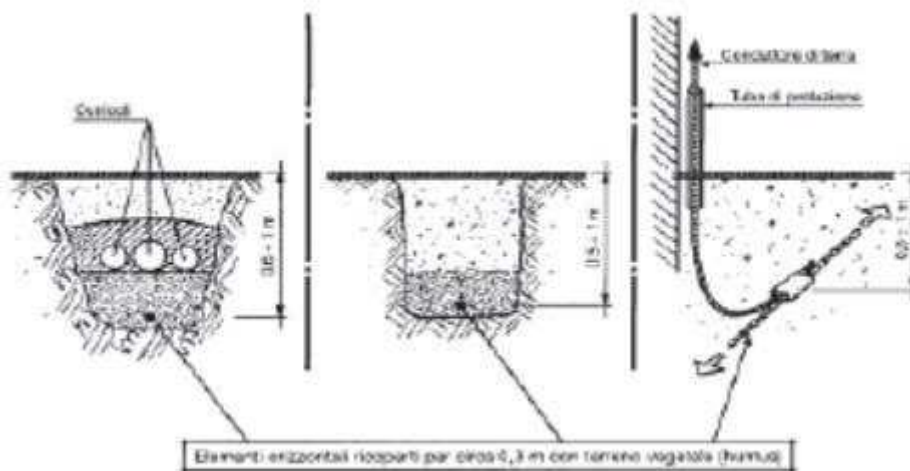


Figura 11 – Realizzazione di dispersori ed elementi orizzontali

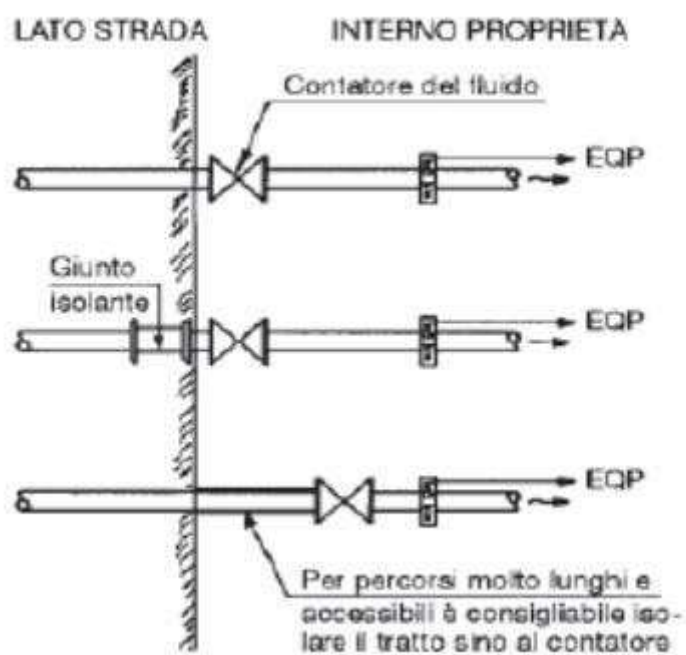


Figura 12 – Esempi di tubazioni entranti nell'edificio

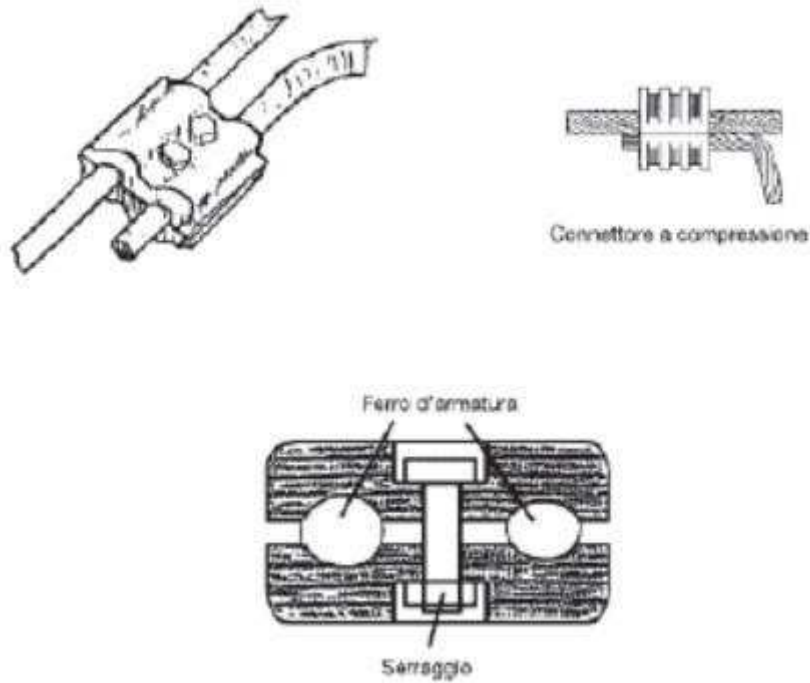


Figura 13 – Esempi di giunzioni

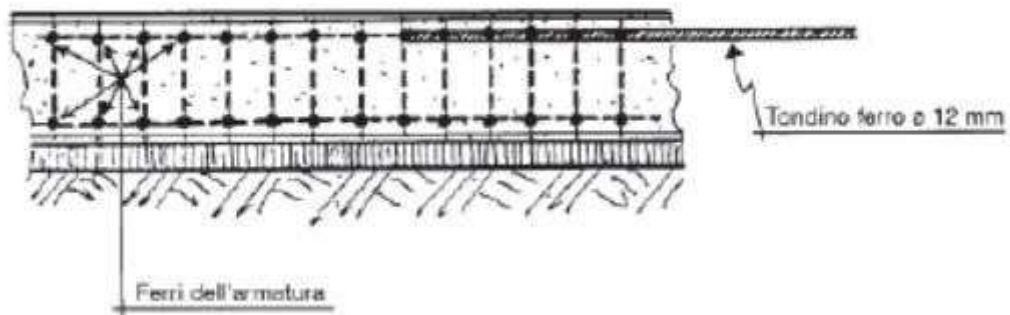


Figura 14 – Esempio di platea di fondazione con connessione ai ferri dell'armatura

---

## 19. CRITERI DI PROGETTAZIONE ANTISISMICA DEGLI IMPIANTI

Della progettazione antisismica degli impianti è responsabile il produttore, della progettazione antisismica degli elementi di alimentazione e collegamento è responsabile l'installatore, della progettazione antisismica degli orizzontamenti, delle tamponature e dei tramezzi a cui si ancorano gli impianti è responsabile il progettista strutturale.

Gli impianti non possono essere vincolati alla costruzione contando sull'effetto dell'attrito, bensì devono essere collegati ad essa con dispositivi di vincolo rigidi o flessibili; gli impianti a dispositivi di vincolo flessibili sono quelli che hanno periodo di vibrazione  $T > 0,1$  s valutato tenendo conto della sola deformabilità del vincolo. Se si adottano dispositivi di vincolo flessibili, i collegamenti di servizio dell'impianto devono essere flessibili e non possono far parte del meccanismo di vincolo.

Deve essere limitato il rischio di fuoriuscite incontrollate di gas o fluidi, particolarmente in prossimità di utenze elettriche e materiali infiammabili, anche mediante l'utilizzo di dispositivi d'interruzione automatica della distribuzione. I tubi per la fornitura di gas o fluidi, al passaggio dal terreno alla costruzione, devono essere progettati per sopportare senza rotture i massimi spostamenti relativi costruzione-terreno dovuti all'azione sismica corrispondente a ciascuno degli stati limite considerati.

## 20. IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Nella copertura sarà presente un impianto fotovoltaico da circa 150 kWp dimensionato secondo quanto richiesto dalla normativa (minimi di legge). L'impianto produrrà energia elettrica per coprire una parte del fabbisogno energetico dell'edificio.

L'impianto fotovoltaico sarà posto sulla copertura piana della palestra e sulle 2 falde inclinate sui lati lunghi della scuola. In questo caso verranno utilizzati delle zavorre inclinate per la posa dei pannelli. Di seguito si riporta la tipologia di zavorra da utilizzare.

È stata realizzata la stima della producibilità annua tramite il tool online PVGIS (PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEM), ottenendo una produzione annua di circa 170.000 kWh (1.139,74 kWh/kWp), come riportato nel report del rendimento dell'impianto fotovoltaico in allegato.

La posizione dell'impianto fotovoltaico e le loro caratteristiche sono riportati nella planimetria impianti elettrici copertura "IEEtpgt008c". Lo schema dell'impianto fotovoltaico è riportato nello schema elettrico unifilare "IEETrel005c".

### 20.1. CRITERI DI VERIFICA

In corrispondenza dei valori minimi della temperatura di lavoro dei moduli (-10 °C) e dei valori massimi di lavoro degli stessi (75 °C) sono verificate le seguenti disuguaglianze (il rapporto di verifica è in allegato alla presente relazione):



## TENSIONI MPPT

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a 75 °C maggiore o uguale alla Tensione MPPT minima ( $V_{mppt\ min}$ ).

Tensione nel punto di massima potenza,  $V_m$ , a -10 °C minore o uguale alla Tensione MPPT massima ( $V_{mppt\ max}$ ).

I valori di MPPT rappresentano i valori minimo e massimo della finestra di tensione utile per la ricerca del punto di funzionamento alla massima potenza.

## TENSIONE MASSIMA

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di ingresso dell'inverter.

## TENSIONE MASSIMA MODULO

Tensione di circuito aperto,  $V_{oc}$ , a -10 °C minore o uguale alla tensione massima di sistema del modulo.

## CORRENTE MASSIMA

Corrente massima (corto circuito) generata,  $I_{sc}$ , minore o uguale alla corrente massima di ingresso dell'inverter.

## DIMENSIONAMENTO

Dimensionamento compreso tra il 70 % e 120 %.

Per dimensionamento si intende il rapporto percentuale tra la potenza nominale dell'inverter e la potenza del generatore fotovoltaico a esso collegato (nel caso di sottoimpianti MPPT, il dimensionamento è verificato per il sottoimpianto MPPT nel suo insieme).

### 30° SISTEMA CONNECT

Art. 230030.CF/.CR/.CRT



<b>Materiale</b>	Il materiale principale di SUN BALLAST è il calcestruzzo, che permette una bassa usura nel tempo e la capacità di resistere anche alle perturbazioni più intense e a diverse condizioni climatiche		
<b>Applicazione</b>	Qualsiasi tipologia di tetto piano con pendenza max 5°, a terra, su terreni battuti con materiale inerte o pavimentazioni		
<b>Angolo di Inclinazione</b>	30°	<b>Posizionamento modulo</b>	Orizzontale

Zavorra Anteriore Art. 23030.CF			
Peso zavorra	20 kg	Dimensioni bancale	86 cm x 86 cm h = 60 cm
Quantità per bancale	30 pezzi	Peso bancale	600 kg
Zavorra Centrale Art. 23030.CR			
Peso zavorra	45 kg	Dimensioni bancale	125 cm x 69 cm h = 58 cm
Quantità per bancale	12 pezzi	Peso bancale	540 kg
Zavorra Terminale Art. 23030.CRT			
Peso zavorra	45 kg	Dimensioni bancale	75 cm x 65 cm h = 84 cm
Quantità per bancale	12 pezzi	Peso bancale	540 kg

Descrizione generale del montaggio:

- FASE 1: Stabilire posizione impianto fotovoltaico su copertura per posa guaina;
- FASE 2: Posa della zavorra su guaina;
- FASE 3: Posa del pannello fotovoltaico su zavorre;
- FASE 4: Predisporre le graffe terminali e centrali con vite;
- FASE 5: Avvitare le graffe per fissaggio pannello fotovoltaico;
- FASE 6: Posizionamento di eventuali accessori, come da indicazioni del disegno.

Gli inverter saranno collocati all'interno di apposito locale tecnico situato al primo piano. Inoltre, l'impianto sarà collocato su opportuni supporti inclinati al fine di posizionarli nel modo più corretto possibile per massimizzare la produzione di energia elettrica durante le ore diurne.

Il sistema di fissaggio dell'impianto fotovoltaico sarà realizzato in modo tale da evitare di bucare l'impermeabilizzazione della copertura.

I cavi dovranno essere sistemati in apposite canaline metalliche e non potranno essere lasciati a vista, se non per quelli in adiacenza ai pannelli.

Il sistema fotovoltaico dovrà essere collegato al sistema di supervisione e dovrà essere visibile attraverso apposita pagina grafica nel PC in bidelleria che evidenzia:

- il corretto funzionamento dei pannelli;
- L'energia totale prodotta;
- Potenza;
- Risparmio combustibile fossile;
- CO2 non emessa;
- Grafico andamento mensile/annuale dell'energia prodotta;
- Allarmi generali e specifici del sistema.

## 21. CRITERI MINIMI AMBIENTALI (CAM)

### 21.1. PREMESSA

Il Dispositivo per la ripresa e la resilienza (Regolamento UE 241/2021), stabilisce che tutte le misure attuate nei Piani nazionali per la ripresa e la resilienza (PNRR) debbano soddisfare il principio di “non arrecare danno significativo agli obiettivi ambientali”. Tale vincolo si traduce, in sostanza, ad una valutazione di conformità degli interventi al principio del “Do Not Significant Harm” (DNSH), con riferimento al sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili indicato all’articolo 17 del Regolamento (UE) 2020/582.

Il presente progetto definitivo recepisce e traduce in requisiti tecnici le indicazioni fornite dalle componenti del PNRR Missione 5, Componente 2, Investimento 2.2, con particolare riferimento al DPCM del 21 gennaio 2021 e del Decreto Interministeriale del 04/04/2022 e s.m.i. il cui avviso è pubblicato sulla G.U.R.I. n.89 del 15/04/2022.

La presente relazione illustra i principi DNSH e identifica le schede di valutazione e di conformità al principio di non arrecare danno significativo.

### 21.2. PRINCIPIO D.N.S.H.

Il principio D.N.S.H, declinato sui sei obiettivi ambientali definiti nell’ambito del sistema di tassonomia delle attività ecosostenibili, ha lo scopo di valutare se una misura possa o meno arrecare un danno ai sei obiettivi ambientali individuati nell’accordo di Parigi. In particolare, un’attività economica potrebbe arrecare un danno significativo:

- Alla mitigazione dei cambiamenti climatici, se porta a significative emissioni di gas serra (GHG);
- All’adattamento ai cambiamenti climatici, se determina un maggiore impatto negativo del clima attuale e futuro, sull’attività stessa o sulle persone, sulla natura o sui beni;
- All’uso sostenibile o alla protezione delle risorse idriche e marine, se è dannosa per il buono stato dei corpi idrici (superficiali, sotterranei o marini) determinandone il loro deterioramento qualitativo o la riduzione del potenziale ecologico;
- All’economia circolare, inclusa la prevenzione, il riutilizzo ed il riciclaggio dei rifiuti, se porta a significative inefficienze nell’utilizzo di materiali recuperati o riciclati, ad incrementi nell’uso diretto o indiretto di risorse naturali, all’incremento significativo di rifiuti, al loro incenerimento o smaltimento, causando danni ambientali significativi a lungo termine;
- Alla prevenzione e riduzione dell’inquinamento, se determina un aumento delle emissioni inquinanti nell’aria, nell’acqua o nel suolo;
- Alla protezione e al ripristino di biodiversità e degli ecosistemi, se è dannosa per le buone condizioni e resilienza degli ecosistemi o per lo stato di conservazione degli habitat e delle specie, comprese quelle di interesse per l’Unione Europea.

In base a queste disposizioni gli interventi in progetto dovranno essere realizzati in maniera tale da evitare:

- La produzione significativa di emissioni di gas ad effetto serra, tali da non permettere il contenimento dell’innalzamento delle temperature di 1,5 C° fino al 2030. Sono pertanto escluse iniziative connesse con l’utilizzo di fonti fossili;

- 
- Eventuali rischi indotti dal cambiamento del Clima, quali ad esempio innalzamento dei mari, siccità, alluvioni, esondazioni dei fiumi, nevicate abnormi;
  - La compromissione della qualità delle risorse idriche con una indebita pressione sulla risorsa;
  - L'utilizzo in maniera inefficiente di materiali e risorse naturali, con la conseguente riduzione di rifiuti pericolosi per i quali non è possibile il recupero;
  - L'introduzione e l'utilizzo di sostanze pericolose, quali ad esempio quelle elencate nell'Authorization List del Regolamento Reach;
  - La compromissione dei siti ricadente nella rete Natura 2000.

Le opere in progetto rientrano all'interno della missione M5 – C2 investimento 2.2 “Piani Urbani Integrati” del PNRR. Per tale investimento è prevista l'applicazione delle schede tecniche n° 2 e 5, che si riferiscono rispettivamente a “Ristrutturazioni e riqualificazioni di edifici residenziali” e “interventi edili e di cantieristica generale”.

Per quanto riguarda gli impianti elettrici fa fede il seguente paragrafo:

- Impianti di illuminazione per interni ed esterni (2.4.2.11 DM).

I sistemi di illuminazione devono essere a basso consumo energetico ed alta efficienza. A tal fine gli impianti di illuminazione devono essere progettati considerando che:

- Tutti i tipi di lampada per utilizzi in abitazioni, scuole ed uffici, devono avere una efficienza luminosa uguale o superiore a 80 lm/W ed una resa cromatica uguale o superiore a 90; per ambienti esterni di pertinenza degli edifici la resa cromatica deve essere almeno pari ad 80;
- I prodotti devono essere progettati in modo da consentire di separare le diverse parti che compongono l'apparecchio d'illuminazione al fine di consentirne lo smaltimento completo a fine vita.

Devono essere installati dei sistemi domotici, coadiuvati da sensori di presenza, che consentano la riduzione del consumo di energia elettrica.

Per maggiori dettagli, si rimanda all'elaborato “*IEeTrel002b*” relazione illuminotecnica, corredata dal report di verifica illuminotecnica negli ambienti tipologici secondo la normativa UNI 12464-1.

## 22. IMPIANTO A CAMPANELLA

I giorni e gli orari di funzionamento vengono stabiliti programmando l'interruttore orario digitale da installare all'interno del quadro elettrico generale Q.E.GEN. o all'interno di un centralino da parete nel locale bidelleria e guardiana. Le campane, installate nei corridoi dei piani dell'edificio, saranno anche collegate mediante un apposito modulo al sistema di rivelazione incendi; in presenza di un incendio la centrale invierà un segnale alle campane che entreranno in funzione mediante un suono prolungato differente e facilmente distinguibile da quello abitualmente utilizzato durante la normale attività scolastica.

---

## 23. ALLEGATO A – STIMA RENDIMENTO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

# Performance of grid-connected PV

PVGIS-5 estimates of solar electricity generation:

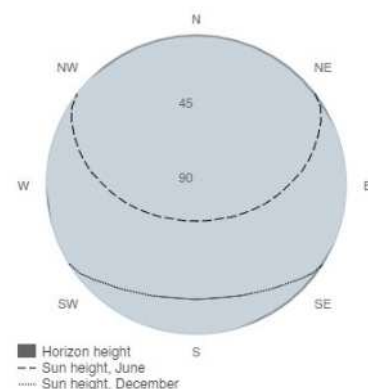
## Provided inputs:

Latitude/Longitude: 45.199,11.320  
Horizon: Calculated  
Database used: PVGIS-SARAH2  
PV technology: Crystalline silicon  
PV installed: 150 kWp  
System loss: 14 %

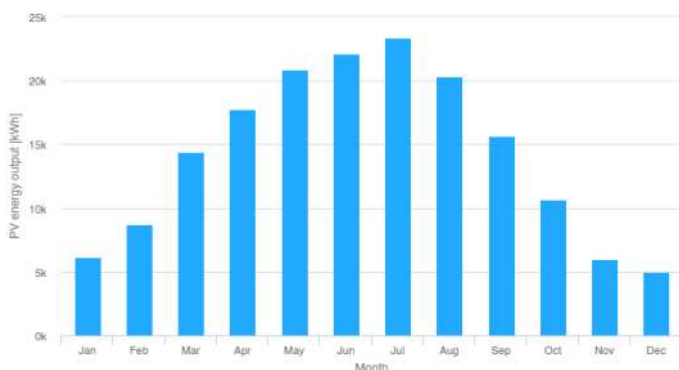
## Simulation outputs

Slope angle: 15 °  
Azimuth angle: -60 °  
Yearly PV energy production: 170961.6 kWh  
Yearly in-plane irradiation: 1545.58 kWh/m<sup>2</sup>  
Year-to-year variability: 6262.01 kWh  
Changes in output due to:  
Angle of incidence: -3.39 %  
Spectral effects: 1.01 %  
Temperature and low irradiance: -12.14 %  
Total loss: -26.26 %

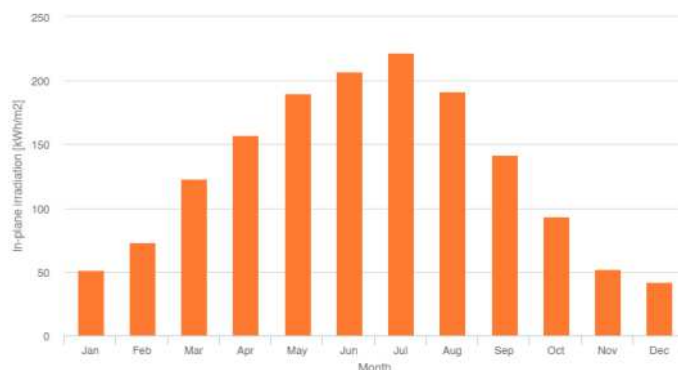
## Outline of horizon at chosen location:



## Monthly energy output from fix-angle PV system:



## Monthly in-plane irradiation for fixed-angle:



## Monthly PV energy and solar irradiation

Month	E_m	H(i)_m	SD_m
January	6142.6	51.3	1447.2
February	8726.5	73.4	1290.7
March	14433.8	123.3	1929.5
April	17761.2	157.5	2127.3
May	20841.0	189.9	1924.8
June	22099.7	207.2	1156.1
July	23360.0	222.2	1100.9
August	20331.1	191.4	1177.2
September	15640.2	142.0	853.1
October	10674.9	93.2	1256.7
November	6004.6	51.8	1002.6
December	4946.1	42.4	778.1

E\_m: Average monthly electricity production from the defined system [kWh].

H(i)\_m: Average monthly sum of global irradiation per square meter received by the modules of the given system [kWh/m²].

SD\_m: Standard deviation of the monthly electricity production due to year-to-year variation [kWh].

---

## **24. ALLEGATO B – REPORT VERIFICHE IMPIANTO FOTOVOLTAICO**

## Dimensionamento di un impianto FV connesso a rete

### Modulo RISEN RSM144-6-420BHDG 420 Wp

<--- Inserire modello

Potenza nominale Pmax	420 Wp	Input
Lunghezza	20,034 m	Input
Larghezza	1 m	Input
Superficie	20,034 m <sup>2</sup>	Output
Efficienza	2,1%	Output
Peso	27 kg <sub>f</sub>	Input
N° celle	144	Input
Corrente di corto circuito I <sub>sc</sub>	9,75 A	Input
Tensione a circuito aperto V <sub>oc</sub>	54,7 V	Input
Corrente nel punto di potenza massima I <sub>m</sub>	9,15 A	Input
Tensione nel punto di potenza massima V <sub>m</sub>	45,95 V	Input
Coefficiente termico di P <sub>m</sub>	-0,24% /K	Input
Coefficiente termico di I <sub>sc</sub>	0,04700 A/K	Input
Coefficiente termico di V <sub>oc</sub>	-0,22 V/K	Input
Fill Factor FF	78,8%	Output
Carico meccanico	1,3 kg <sub>f</sub> /m <sup>2</sup>	Output

### 3 x Inverter HUAWEI SUN2000-50KTL-M3

<--- Inserire modello

Potenza nominale P <sub>ac</sub>	55000 VA	Input
range MPPT (V)	200 1000	Input
Tensione massima V <sub>dc</sub>	1100 V	Input
Corrente massima I <sub>dc</sub>	20 A	Input
Efficienza Europea	98,5%	Input
Tensione di rete V <sub>ac</sub>	400V-50Hz	Input
Fattore di potenza PF	1	Input
Contributo alla corrente di corto circuito	48 A	Input

### Array fotovoltaico

N° totale di moduli	350	Input	
N° di moduli / stringa	10	Input	
N° di stringhe	35	Output	
Potenza totale array P <sub>m(a) tot</sub>	147000 Wp	Output	
Superficie totale	7012 m <sup>2</sup>	Output	
Peso totale	9450 kg	Output	
Tensione nominale di stringa V <sub>n</sub>	460 V	Output	
Tensione nominale a vuoto V <sub>oc</sub> (di stringa)	547 V	Output	
Tensione minima V <sub>n</sub> (+75 °C)	350 V	Output	OK
Tensione massima V <sub>n</sub> (-10 °C)	537 V	Output	OK
Tensione massima a vuoto V <sub>oc</sub> (-10 °C)	624 V	Output	OK
Corrente massima I <sub>n</sub> (1,25*I <sub>sc</sub> )	12 A	Output	OK
Rapporto P <sub>inv</sub> / P <sub>m tot</sub> (0,9 - 1,2)	112,2%	Output	OK