



Città di Somma Lombardo

Città di Somma Lombardo (VA)

Area Tecnica Settore Gestione del Territorio

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto



PROGETTO ESECUTIVO

RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO: Ing. Daniela ROVELLI

Gestione e Realizzazione Lavori Pubblici: Ing. Sara PIZZOLATO

CUP: B22B24000550004

CIG: B7134193BB



ASSOCIATO **FRED S.r.l.**

Via Gaetano Filangieri, 8
10128 - Torino (TO)

subhash mukerjee [sab^ha:ʃ mək^hdʒi:]

Arch. Subhash Mukerjee

Corso San Maurizio, 15
10124 - Torino (TO)

Responsabile del contratto Geom. Filippo RIZZO

Progettista architettonico Arch. Subhash MUKERJEE

Coordinatore di progetto e integratore delle prestazioni Arch. Isabella TRUDU

Progettista impianti tecnologici Ing. Marco Filippo ROSSI

Coordinatore della sicurezza in fase di progettazione Geom. Filippo RIZZO

IE01

RELAZIONE TECNICA E DI CALCOLO IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

2	5	0	3	4	E	S	E	I	E	0	1	0	0
CODICE OPERA				FASE		SETTORE		NUMERO		REVISIONE			

25034-ESE-IE-01-00

-

EMISSIONE

NOME FILE

REDATTO

APPROVATO

Settembre 2025

25034-ESE-IE-01-00_Relazione tecnica e di calcolo impianti elettrici e speciali

A.Rizzo, M.Peccolo

F.M. Rossi

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI	3
1. Generalità	3
2. Classificazione e definizione degli impianti	3
2.1. Tipologie degli impianti.....	3
2.2. Definizione dell'intervento	3
3. Dati caratteristici di progetto	3
3.1. Dati del sistema di distribuzione e di utilizzazione.....	3
3.2. Consistenza ed estensione dell'impianto.....	4
4. Norme tecniche e di legge di riferimento per gli impianti e i componenti.....	4
5. Tipologie degli impianti in relazione all'ambiente di installazione e ai parametri elettrici.....	5
5.1. Prescrizioni comuni degli impianti elettrici.....	5
6. Dati tecnici di riferimento per gli impianti.....	6
6.1. Dati ambientali	6
6.2. Dati dell'alimentazione elettrica	6
6.3. Valori di tensione	6
6.4. Temperatura di progetto	6
7. Descrizione degli interventi	6
7.1. Quadri elettrici	8
7.2. Circuiti di distribuzione	8
8. Modalità di dimensionamento dell'impianto elettrico.....	9
8.1. Metodologia di verifica	9
8.2. Formule utilizzate dal programma di calcolo e verifica	11
8.3. Lettura tabelle riepilogative di verifiche.....	12
8.4. Resistenze e Reattanze dei cavi elettrici - TABELLA UNEL 35023-70 (a 20°C).....	13
8.5. Tipo, posa e portata dei conduttori - tabella UNEL 35024/70 (a 30°C).....	14
8.6. Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8.....	16
8.7. Metodi di installazione della Norma IEC 364-5-523.....	17
8.8. Dimensionamento conduttori di neutro	29
8.9. Dimensionamento conduttori di protezione.....	30
8.10. Verifica di selettività.....	30
9. Criteri di protezione contro i contatti diretti e indiretti.....	30
9.1. Contatti diretti.....	30
9.2. Contatti indiretti	30

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

10. Dimensionamento illuminotecnico	31
---	----

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI

1. Generalità

La presente relazione di progetto ha lo scopo di definire:

- le caratteristiche e le prestazioni degli impianti elettrici relativi alle opere di completamento delle aree esterne della Scuola Primaria Milite Ignoto nel Comune di Somma Lombardo (VA), al fine di conseguire un livello di sicurezza accettabile così come stabilito dalle norme CEI;
- le esigenze della committenza da soddisfare;
- le specifiche dotazioni degli impianti;
- i criteri di scelta delle soluzioni impiantistiche degli impianti, ai fini della funzionalità e della sicurezza.

La relazione in oggetto è stata predisposta ai sensi delle seguenti disposizioni legislative:

- DM 22 gennaio 2008, n. 37 " Regolamento concernente l'attuazione dell'art.11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici "
- Guida CEI 0-2, "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";

Formano oggetto della presente relazione tutte le parti esposte nei disegni tecnici occorrenti per l'esecuzione degli impianti.

2. Classificazione e definizione degli impianti

2.1. Tipologie degli impianti

Con riferimento al Decreto 22 gennaio 2008, n. 37, negli ambienti oggetto dell'intervento sono previsti le seguenti tipologie di impianti:

Impianti di cui all'art. 1, co. 2, impianti di produzione, di trasporto, di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica all'interno degli edifici, a partire dal punto di consegna dell'energia elettrica fornita dall'ente distributore e relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario ed altri usi.

2.2. Definizione dell'intervento

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto elettrico dedicato alle aree esterne, alimentato dal quadro elettrico della mensa scolastica. L'impianto includerà l'illuminazione esterna, l'alimentazione del cancello e cancelletto automatico e il collegamento di quest'ultimo all'impianto citofonico esistente, consentendo il l'apertura degli accessi direttamente dall'interno della mensa.

3. Dati caratteristici di progetto

3.1. Dati del sistema di distribuzione e di utilizzazione

Natura della corrente: alternata

Tensione circuiti trifasi: 400 V concatenata fase-fase

Tensione circuiti monofase: 230 V fase-neutro

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

Frequenza nominale: 50 Hz

Sistema di conduttori attivi: trifase

Temperatura interna: 30 °C

Modo di collegamento a terra: sistema TT

Caduta di tensione massima: 4%

Corrente di corto circuito presunta nel punto di consegna: $\leq 15\text{kA}$

3.2. Consistenza ed estensione dell'impianto

La consistenza dell'impianto è evidenziata negli elaborati di progetto.

4. Norme tecniche e di legge di riferimento per gli impianti e i componenti

L'impianto dovrà essere realizzato in conformità alle norme tecniche. In particolare dovranno essere osservate:

Norma CEI 0-2 " Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici"

Norma CEI 64-8 " Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in cc"

Norma CEI 64-7 Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similare.

CEI EN 60598-1 (CEI 34-21) Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove

Norma CEI 11-1 "Impianti elettrici a tensione superiore a 1 KV"

Norma CEI 11-17: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica. Linee in cavo"

Norma CEI EN 60909-0 (CEI 11-25): "Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata" Parte 0: Calcolo delle correnti

Norme CEI 11-28: " Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione."

Norma CEI EN 60947-2 (CEI 17-5): "Apparecchi a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici."

Norma CEI EN 60947-3 (CEI 17-11): "Apparecchi a bassa tensione. Parte 3: Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra sezionatori e unità combinate con fusibili."

Norma CEI EN 61439 (CEI 17-13): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parti 1,2,3,4"

Norme CEI 60898-1 (CEI 23-3): "Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari"

Norma CEI 23-51: "Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni per uso domestico e similare"

Norma CEI 20-40: "Raccomandazioni per la posa dei cavi per energia con tensione nominale fino a 1kV"

CEI EN 60598-1 (CEI 34-21) Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove

Tabelle **CEI UNEL** riportanti le portate e le cadute di tensione per le diverse tipologie di cavo impiegate
La normativa del CEI disciplina, oltre che l'installazione dell'impianto, anche i suoi componenti.

CT 20, (cavi elettrici);

CT 23, (apparecchiature di bassa tensione, quali interruttori automatici, prese a spina, tubi e canali protettivi, apparecchi di comando, commutatori, connettori, interruttori differenziali);

CT 34, (apparecchi di illuminazione e lampade);

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

CT 59/61, (apparecchi utilizzatori);

CT 70, (involucri di protezione);

Per i calcoli illuminotecnici degli ambienti interni il riferimento utilizzato, oltre alla Norma **UNI EN 12464-1** "Luce ed illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: posti di lavoro in interni".

Le leggi di riferimento prese in considerazione sono:

Legge n. 186 del 1/3/1968 " Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici"

DM n. 37 del 22 gennaio 2008, "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici."

Legge n. 791 del 18/10/1977 " Attuazione della direttiva del consiglio della Comunità Europea (n.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione";

D. Lgs 9 aprile 2008, n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro";

UNI 10819:2021, dal titolo: "Luce e illuminazione – Impianti di illuminazione esterna – grandezze illuminotecniche e procedure di calcolo per la valutazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso".

Tutti gli impianti oltre ad essere conformi alle norme tecniche e di legge e vigenti dovranno soddisfare le prescrizioni autorità locali.

5. Tipologie degli impianti in relazione all'ambiente di installazione e ai parametri elettrici

A favore della sicurezza, nelle altre zone è stato previsto un grado di protezione minima IP4X.

5.1. Prescrizioni comuni degli impianti elettrici

I materiali impiegati in relazione alle caratteristiche dei luoghi sono dei seguenti tipi.
quadro elettrico:

- involucri e strutture di sostegno in materiale plastico a cablaggi interni realizzati con cavi non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi tossici (CEI 20/22)
- cablaggi ausiliari soggetti a riscaldamento in caso di guasto protetti contro il gocciolamento dell'isolante mediante calze in materiale siliconico.
- materiali plastici utilizzati per morsettiere, custodie, ecc. di materiale auto estinguente.
- Cavi delle linee della distribuzione del tipo non propagante l'incendio (CEI 20-22) e a bassa emissione di fumi e gas tossici.
- Materiali plastici utilizzati per tubazioni, morsettiere, cassette, scatole, coperchi, ecc. in materiale auto estinguente con l'eventuale eccezione dei soli componenti incassati in parete o in materiale incombustibile.
- Per evitare interruzioni indesiderate sulle celle frigo gli interruttori differenziali dovranno essere del tipo "insensibili ai disturbi"

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

Il materiale impiegato (tubi protettivi, scatole, apparecchi, ecc.) dovrà essere munito del Marchio di Qualità Italiano (IMQ) oppure di certificato di rispondenza a quanto previsto dalla norma CEI 64-8.

6. Dati tecnici di riferimento per gli impianti

6.1. Dati ambientali

Gli ambienti in oggetto sono soggetti ai seguenti parametri ambientali:

- altitudine: <1000 m
 - temperatura min/max esterna: -8 °C ÷ 25 °C
- livello di umidità: medio

6.2. Dati dell'alimentazione elettrica

Il sistema elettrico di alimentazione e distribuzione dell'energia è del tipo TT.

6.3. Valori di tensione

I valori previsti di tensione elettrica sono i seguenti:

- tensione circuiti monofasi: 230V
- tensione circuiti trifasi: 400 V
- frequenza: 50 Hz
- tensione servizi ausiliari: 24 Vcc-230 V
- tensione dei circuiti ausiliari con trasformatore di sicurezza: 230/24 V

6.4. Temperatura di progetto

- Temperatura massima all'interno dei quadri elettrici: 65 °C
- Temperatura massima ambiente posa quadri: 40 °C
- Temperatura altri apparecchi e materiali: 40 °C

7. Descrizione degli interventi

Il progetto prevede la realizzazione di un nuovo impianto elettrico dedicato alle aree esterne, con alimentazione derivata dal quadro elettrico principale della mensa scolastica. L'intervento comprenderà i seguenti interventi:

- Creazione di un impianto di illuminazione esterna, sia ordinaria che di emergenza;
- Alimentazione e controllo delle elettroserrature di un nuovo cancello e di un nuovo cancelletto pedonale automatici;
- Adeguamento dell'impianto citofonico esistente;
- Adeguamento del quadro elettrico generale esistente della mensa scolastica;
- Posizionamento e protezione del quadro elettrico di consegna e allaccio e della predisposizione per l'allaccio alla fibra.

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di illuminazione dedicato alle aree esterne dell'edificio scolastico, con particolare attenzione all'illuminazione della pensilina di collegamento tra la scuola e la mensa e dell'area di carico e scarico. Tale intervento ha l'obiettivo di migliorare la visibilità

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

e la sicurezza durante le ore serali e notturne, garantendo un'illuminazione adeguata dei percorsi di transito. L'impianto sarà composto da corpi illuminanti a LED a basso consumo energetico, posizionati strategicamente per assicurare una distribuzione uniforme della luce. Il sistema di illuminazione sarà gestito in modalità automatica tramite sensore crepuscolare, che ne consentirà l'accensione e lo spegnimento in funzione della naturale variazione della luce ambientale. Tale sensore controllerà le luci dell'area di carico e scarico e dell'area della nuova rampa, mentre le luci della pensilina e della zona cancello saranno gestite separatamente attivate con in consenso contestuale del sensore di luminosità e di quello di presenza. Sono inoltre previsti nuovi apparecchi illuminanti con comando manuale tramite interruttore, per l'illuminazione dell'area di raccolta rifiuti e di quella verde tra mensa e scuola. In particolare, per quest'ultimo punto luce è previsto un dispositivo in grado di attivarsi anche in caso di emergenza, in modo da illuminare l'area esterna in caso di esodo dalla mensa e/o dalla scuola.

Per alimentare il nuovo impianto, si renderà necessario l'inserimento di un interruttore dedicato all'interno del quadro elettrico esistente della mensa, opportunamente dimensionato e protetto in conformità alla normativa vigente.

Il progetto prevede l'installazione di un nuovo cancello carraio in corrispondenza dell'ingresso dell'area di carico e scarico della mensa scolastica e di un cancelletto per l'ingresso pedonale. Entrambi i cancelli dovranno essere dotati di elettroserratura comandabili dalla mensa tramite pulsante e citofono. Il cancello dovrà essere collegato all'impianto di messa a terra esistente.

Contestualmente, si prevede l'adeguamento dell'impianto citofonico esistente, con lo spostamento dell'unità esterna esistente installata incassata a parete. Questa sarà installata sulla struttura portante metallica della recinzione sulla quale sono montati i cancelli. Dall'unità interna del citofono situata in portineria (esistente), sarà possibile scegliere se aprire il cancello o il cancelletto pedonale. I cavi relativi al citofono e a tutti gli accessori del cancello (incluso il lampeggiante) saranno posati all'interno della struttura metallica cava della recinzione. Il dispositivo esterno dovrà essere dotato di tutti gli accessori necessari per renderla adeguata all'installazione esterna, con grado di protezione minimo IP65.

Per consentire l'attivazione e la gestione dell'illuminazione esterna, così come delle elettroserrature, sarà necessario intervenire sul quadro elettrico esistente della mensa, integrandolo con nuovi interruttori e protezioni dedicati.

È prevista l'installazione di nuovi passacavi, sia interrati sia a soffitto, finalizzata al collegamento dei nuovi componenti elettrici al quadro generale di distribuzione. Tutti i cavi di nuova realizzazione saranno posati all'interno di tali passacavi, oppure, ove tecnicamente compatibile, instradati sfruttando le canaline elettriche e i passacavi già presenti nell'area mensa, al fine di ottimizzare le infrastrutture esistenti e ridurre al minimo le opere edili.

Tutte le attività saranno eseguite nel rispetto delle normative vigenti in materia di impianti elettrici, in particolare secondo quanto previsto dalla Norma CEI 64-8, garantendo un'adeguata protezione meccanica dei cavi, la separazione dei circuiti, la continuità di servizio e la sicurezza degli utenti. Saranno inoltre adottate tutte le misure necessarie per assicurare la conformità alle prescrizioni del

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

D.Lgs. 81/2008 in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro, con particolare attenzione alla prevenzione di rischi elettrici durante e dopo l'esecuzione dei lavori.

Infine, il quadro elettrico di consegna, attualmente installato in una posizione provvisoria e con abbondante riserva di cavo, dovrà essere spostato e posizionato definitivamente in prossimità del contatore. Quest'ultimo sarà installato dall'ente distributore, in una posizione che al momento non è ancora stata definita con certezza. Entrambi gli elementi – quadro di consegna e contatore – saranno alloggiati all'interno di un armadio in materiale plastico con grado di protezione IP65, idoneo per l'installazione all'esterno e conforme alle normative vigenti. Contestualmente a tale intervento, è prevista anche l'installazione di una cassetta di derivazione in metallo, destinata a contenere e proteggere il cavo fibra-dati già posato, utile per un futuro collegamento della mensa alla rete pubblica.

7.1. Quadri elettrici

I quadri dell'impianto esistente sono:

- *Quadro di consegna QGC*, che sarà riposizionato in prossimità del nuovo contatore ad una distanza inferiore dei 3 metri;
- *Quadro elettrico generale QEG*. Il quadro sarà composto da (in grassetto gli elementi di nuova installazione):
 - sezionatore generale;
 - scaricatore di sovratensione di tipo 2;
 - interruttori magnetotermici per fotovoltaico;
 - interruttore magnetotermico differenziale per unità esterna e unità interne;
 - interruttori magnetotermici differenziali per UTA;
 - interruttori magnetotermici differenziali per prese di servizio;
 - interruttore magnetotermico differenziale per illuminazione ordinaria mensa;
 - interruttore magnetotermico differenziale per illuminazione ordinaria servizi WC;
 - interruttore magnetotermico differenziale per illuminazione ordinaria e FM locali tecnici;
 - interruttore magnetotermico differenziale per illuminazione di emergenza;
 - interruttore magnetotermico differenziale per recuperatore;
 - interruttore magnetotermico differenziale per le batterie elettriche di riscaldamento;
 - interruttori magnetotermici differenziali per attrezzatura cucina;
 - interruttore magnetotermico differenziale per addolcitore;
 - interruttore magnetotermico differenziale per pompa di calore;
 - interruttore magnetotermico differenziale per elettropompa;
 - interruttore magnetotermico differenziale per irrigazione esterna;
 - interruttore magnetotermico differenziale per citofono;
 - **interruttore magnetotermico differenziale per illuminazione aree esterne;**
 - **interruttore magnetotermico differenziale per elettroserrature cancelli.**

7.2. Circuiti di distribuzione

I cavi previsti per la distribuzione in tutte le aree interessate dovranno essere conformi alle norme CEI di prodotto con conduttore flessibile di rame, non propaganti l'incendio.

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

Le condutture garantiranno la sfilabilità dei conduttori sia nei canali sia nei tubi posati a vista.

Il rapporto fra il diametro interno delle tubazioni e il diametro del cerchio teorico che circonda il fascio dei cavi contenuti sia almeno pari a 1,3.

Il rapporto inoltre che il rapporto tra l'area della sezione dei canali e l'area della sezione del fascio dei cavi contenuti, sia almeno pari a 2.

I percorsi delle condutture dovranno presentare curve tali che i conduttori abbiano raggi di curvatura superiori a 4 volte il diametro esterno del cavo.

I cavi di distribuzione sono stati dimensionati in base ai dati progettuali di seguito indicati:

- in riferimento ai carichi;
- alle condizioni di posa;
- assumendo come valore limite della caduta di tensione percentuale pari al 4% della tensione nominale calcolata considerando l'utilizzatore più lontano la corrente di impiego pari al valore della corrente nominale dell'interruttore automatico scelto per la protezione del circuito.

Le linee dorsali di alimentazione saranno posate in tubazioni flessibili a doppio strato realizzate in materiale termoplastico autoestinguenti, per posa interrata, rispondenti alle Norme CEI 23-46. Le tubazioni saranno intervallate da pozzetti rompitratta e terminali.

La rete di distribuzione, in bassa tensione (380/220 Volt), sarà del tipo radiale con linee che ripartiranno il carico in modo equilibrato fra le fasi per rendere minima la corrente nel conduttore neutro lungo tutto il tracciato, in particolare l'inserzione dei punti luce sulle tre fasi dovrà proseguire lungo ciascuna linea con sistema a rotazione. Al fine di poter usufruire del massimo sezionamento possibile.

8. Modalità di dimensionamento dell'impianto elettrico

8.1. Metodologia di verifica

8.1.1. Protezione contro i sovraccarichi (CEI 64.8/4 - 433.2)

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

Dove

I_b = Corrente di impiego del circuito

I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = Portata in regime permanente della conduttura

I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

8.1.2. Protezione contro i cortocircuiti (CEI 64.8/4 - 434.3)

$$I_{ccMax} \leq p.d.i.$$

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

Dove

I_{ccMax} = Corrente di corto circuito massima

p.d.i. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

$I^2 t$ = Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

K = Coefficiente della conduttura utilizzata

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

115 per cavi isolati in PVC

135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica

143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

S = Sezione della conduttura

8.1.3. Protezione contro i contatti indiretti (CEI 64.8/4 – 413.1.3.3/413.1.4.2)

per sistemi TT

$R_{aI}d_n \leq 50$

Dove

R_a = la resistenza del collegamento a terra della massa

I_dn = è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di differenziale di protezione, in ampere.

8.1.4. Energia specifica passante

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

Dove

I²t = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I²t della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

K²S² = Energia specifica passante sopportata dalla conduttura

Dove

K = coefficiente del tipo di cavo (115,135,143)

S = sezione della conduttura

8.1.5. Caduta di tensione

$$\Delta V = K \times I_b \times L \times (R_l \cos \phi + X_l \sin \phi)$$

Dove

I_b = corrente di impiego I_b o corrente di taratura I_n espressa in A

R_l = resistenza (alla TR) della linea in Ω/km

X_l = reattanza della linea in Ω/km

K = 2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi

L = lunghezza della linea

8.1.6. Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

Dove

T_R = è la temperatura a regime espressa in °C

T_Z = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C

T_A = è la temperatura ambiente espressa in °C

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

$n =$ è il rapporto tra la corrente d'impiego I_b e la portata I_z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata dall'utente (Unel 35024/70, IEC 364-5-523, CEI - Unel 35024/1)

8.1.7. Lunghezza max protetta per guasto a terra

$I_{cc\ min}$ a fondo linea $> I_{int}$

Dove

$I_{cc\ min}$ = corrente di corto circuito minima tra fase e protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze di protezione a monte del tratto in esame.

I_{int} = corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalle tabelle CEI 64-8/4 - 41A, 41B e 48A . (valore rilevato dalla curva I^2t della protezione) o, infine, il valore di intervento differenziale.

8.1.8. Lunghezza max

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea (se richiesta la verifica) e dalla cdt a fondo linea.

8.2. Formule utilizzate dal programma di calcolo e verifica

8.2.1. Correnti di cortocircuito

Per I_{cc} trifase:

$$I_{cc} = \frac{U_n \cdot C}{k \cdot Z_{cc}}$$

U_n =tensione concatenata

C =fattore di tensione

$$k = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

Per I_{cc} fase-fase:

U_n =tensione concatenata

C =fattore di tensione

$k=2$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

Per I_{cc} fase-neutro:

U_n =tensione concatenata

C =fattore di tensione

$$k = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$$

Per I_{cc} fase-protezione:

U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$k = \sqrt{3}$$

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

$$Z_{CC} = \sqrt{\left(\sum R_{fase} + \sum R_{protez.}\right)^2 + \left(\sum X_{fase} + \sum X_{protez.}\right)^2}$$

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda della corrente di cortocircuito calcolata. I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	I_{ccMAX}	I_{ccmin}
C	1	0.95
R	$R_{20^{\circ}C}$	$R = \left[1 + 0.004 \cdot \frac{1}{C} (\theta_e - 20^{\circ}C) \right] R_{20^{\circ}C}$ (Norma CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

(Norma CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la $R_{20^{\circ}C}$ è la resistenza del cavo a 20 °C e θ_e è la temperatura impostata dall'utente nella impostazione dei parametri per il calcolo.

Il valore della $R_{20^{\circ}C}$ viene riportato nella tabella "Resistenze e Reattanze" riportata di seguito.

8.3. Lettura tabelle riepilogative di verifiche

8.3.1. Dati relativi alla linea

Sigla = identificativo alfanumerico introdotto nello schema

Sezione = formazione e sezione della conduttura

es.: 4X50+PE16 per cavo di neutro = cavo di fase

es.: 2Fj+1Nh+PEg per cavo di neutro diverso dal cavo di fase o con cavi fase(F), neutro(N), prot.(PE) in parallelo (1F,2F,3F ecc.).

(la lettera minuscola indica la sezione de è riportata di seguito nelle tabelle)

Lunghezza = lunghezza della conduttura

(secondo UNEL 35024)

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi (es.115/01-01/30/1)

Tipo isolante (115 = PVC, 135 = Gomma G2, 143 = EPR)

Colonne portate/modo (vedere tabella nella pagina successiva)

Temperatura di esercizio

Coefficiente correttivo di portata

(secondo rapporto CENELEC RO 64-001 1991)

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi es.115/A2__2/30/1

Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)

Rif. metodo d'installazione_Rif. tipo di posa secondo 64-8 (vedere tabelle dei paragrafi 4.2.2 e 4.2.3)

Temperatura di esercizio

Coefficiente correttivo di portata

(secondo tabella UNEL 35024/1)

modalità di posa = stringa codificata di quattro elementi es.115/1U__2/30/1

Tipo isolante (115 = PVC, 143 = EPR)

Rif. metodo d'installazione_Rif. tipo di posa secondo 64-8

Temperatura di esercizio

Coefficiente correttivo di portata

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

8.3.2. Dati relativi alla protezione (letti da archivio apparecchiature)

tipo e curva=Stringa di testo del tipo di apparecchiatura

numero dei poli=Poli dell'apparecchiatura

corrente nominale (I_n)=Corrente di taratura della protezione

potere di interruzione (p.d.i.)=Potere di interruzione della apparecchiatura

corrente differenziale (I_{dn})=Corrente differenziale della protezione

corrente di intervento=Corrente di intervento della protezione

8.3.3. Parametri elettrici

 $I^2t \leq K^2S^2$ (valori calcolati o letti sull'archivio apparecchiature)

Icc max a fondo linea=Corrente di corto circuito massima a fine linea

Igt fase/protezione a fondo linea=Corrente di corto circuito minima a fondo linea

 I^2t inizio linea=Energia specifica passante massima ad inizio linea I^2t fondo linea=Energia specifica passante massima a fondo linea K^2S^2 =Energia specifica passante sopportata dalla conduttura I_b =Corrente nominale del carico I_n =Corrente di taratura della protezione I_z =Portata della conduttura I_f =Corrente di funzionamento della protezioneCaduta di Tensione con I_b =Caduta di tensione con la corrente del caricoCaduta di Tensione con I_n =Caduta di tensione con la corrente di taratura

Lunghezza max protetta per g.t.=Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64-8/4 - 41A

Lunghezza max=Lunghezza massima della conduttura per avere un valore di corto circuito tra fase e protezione tale da garantire l'apertura automatica dell'organo di protezione entro i 5 secondi, o secondo la tabella CEI 64-8/4 - 41A, per avere un corto circuito Trifase / Fase - Fase / Fase - Neutro superiore alla corrente di intervento della protezione (se richiesta la verifica), per avere una caduta di tensione inferiore al valore massimo impostato.

8.4. Resistenze e Reattanze dei cavi elettrici - TABELLA UNEL 35023-70 (a 20°C)

Sezione mm ²	Cavi unipolari		Cavi Multipolari	
	R _{20 °C} mΩ/m	X mΩ/m	R _{20 °C} mΩ/m	X mΩ/m
1	17,82	0,176	18,14	0,125
1,5	11,93	0,168	12,17	0,118
2,5	7,18	0,155	7,32	0,109
4	4,49	0,143	4,58	0,101
6	2,99	0,135	3,04	0,0955
10	1,80	0,119	1,83	0,0861
16	1,137	0,112	1,15	0,0817
25	0,717	0,106	0,731	0,0813
35	0,517	0,101	0,527	0,0783
50	0,381	0,101	0,389	0,0779
70	0,264	0,0965	0,269	0,0751

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

95	0,190	0,0975	0,194	0,0762
120	0,152	0,0939	0,154	0,0740
150	0,123	0,0928	0,126	0,0745
185	0,0992	0,0908	0,100	0,0742
240	0,0760	0,0902	0,0779	0,0752
300	0,0614	0,0895	0,0629	0,0750
400	0,0489	0,0876	0,0504	0,0742
500	0,0400	0,0867	0,0413	0,0744
630	0,0324	0,0865	0,0336	0,0749

N.B.: Le resistenze e le reattanze per i cavi multipolari sono utilizzate per l'eventuale cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione.

Il cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione è possibile inserirlo nei dati di ingresso del quadro generale, però è possibile gestirlo in maniera più efficace creando un quadro fittizio in cui viene identificato solo il collegamento.

8.5. Tipo, posa e portata dei conduttori - tabella UNEL 35024/70 (a 30°C)

modo ⇒	01	02	03	04	05	06	07
tipo conduttore	multipolari	Unipolari	unipolari non distanziati		multipolari distanziati	unipolari distanziati	
		con o senza guaina	senza guaina	con guaina		senza guaina	con guaina
tipo posa	entro tubi o sotto modanature		su passerelle	su passerelle a parete su fune portante	su passerelle a parete	su passerella	su passerella su isolatori
portata ⇓	Protezione conduttori: PVC o Gomma G						
	⇓ numero di conduttori						
01	4						
02		3	4			4	
03	4	2	3	4		3	
04		3	4	2	3	4	2
05		2	3	4	2	3	2-3-4
06				2	3		2-3-4
07					2		2-3-4
08							2-3-4
	Protezione conduttori: Gomma G2 o Gomma G5 o EPR						
	01	02	03	04	05	06	07
SEZIONE ⇓	PORTATE ⇓						
a	1	10,5	12	13,5	15	17	19
b	1,5	14	15,5	17,5	19,5	22	24
c	2,5	19	21	24	26	30	33

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

d	4	25	28	32	35	40	45	50	55
e	6	32	36	41	46	52	58	64	70
f	10	44	50	57	63	71	80	88	97
g	16	59	68	76	85	96	107	119	130
h	25	75	89	101	112	127	142	157	172
i	35	97	111	125	138	157	175	194	213
j	50	-	134	151	168	190	212	235	257
k	70	-	171	192	213	242	270	299	327
l	95	-	207	232	258	293	327	362	396
m	120	-	239	269	299	339	379	419	458
n	150	-	275	309	344	390	435	481	527
o	185	-	314	353	392	444	496	549	602
p	240	-	369	415	461	522	584	645	707

Stralcio da IEC 364-5-523-1983 e da rapporto CENELEC RO 64-001 1991

Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm ²														
			1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
A	PVC	2	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320
		3	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286
	XPLE EPR	2	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424
		3	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380
A2	PVC	2	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291
		3	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261
	XPLE EPR	2	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386
		3	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346
B	PVC	2	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	-	-	-
		3	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	-	-	-
	XPLE EPR	2	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	-	-	-
		3	20	28	37	48	66	86	117	144	175	222	269	312	-	-	-
B2	PVC	2	16,5	23	30	38	52	69	90	111	135	168	201	232	-	-	-
		3	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	176	206	-	-	-

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

	XPLE	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	-	-	-
	EPR	3	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	-	-	-
C	PVC	2	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461
		3	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403
	XPLE	2	24	35	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599
		3	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500
D	PVC	2	22	29	38	47	63	81	104	125	148	183	216	246	278	312	360
		3	18	24	31	39	52	67	86	103	122	151	179	203	230	257	297
	XPLE	2	26	34	44	56	73	95	121	146	173	213	252	287	324	363	419
		3	22	29	37	46	61	79	101	122	144	178	211	240	271	304	351
E	PVC	2	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514
		3	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430
	XPLE	2	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641
		3	23	32	42	54	75	100	127	158	192	246	298	346	399	456	538
F	PVC	2	-	-	-	-	-	-	131	162	196	251	304	352	406	463	546
		3⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	110	137	167	216	264	308	356	409	485
	XPLE	2	-	-	-	-	-	-	161	200	242	310	377	437	504	575	679
		3⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	135	169	207	268	328	383	444	510	607
G	PVC	3⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569
	XPLE/EPR	3⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719

8.6. Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8

Tipo di posa	UNIPOLARI	
	Descrizione	Metodo di installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	A
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	B
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	B
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	A
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati. dalle pareti	E
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	F
15	con o senza armatura fissati da collari	E

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	G
21	con guaina in cavità di strutture	B2
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	B2
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	B2
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	B2
24	senza guaina in tubi non circolari annegati muratura	B2
24A	con guaina in tubi non circolari annegati muratura	B2
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati.	B2
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	B
32	con guaina in canali verticali su pareti	B2
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	B
34	senza guaina in canali sospesi	B
34A	con guaina in canali sospesi	B2
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali verticali	B2
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	B
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	B
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	A
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	C
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	C
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	D
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	D
63	con guaina interrati con protezione meccanica	D
71	senza guaina in elementi scanalati	A
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	B
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	A
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	A

8.7. Metodi di installazione della Norma IEC 364-5-523

Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/1 e 35026/1

Tabella 2 - Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma CEI UNEL 35024/1

Le tabelle seguenti riportano la corrispondenza esistente tra le tipologie di posa della norma CEI 64-8 tabella 52 C e le tabelle di portata dei cavi della norma UNEL 35024/1. Le tabelle sono caratterizzate da tre colonne. Il contenuto delle colonne è il seguente:

Tipo posa: riferimento numerico della posa secondo la Tabella 52C.

Descrizione: descrizione della posa secondo la Tabella 52C della norma CEI 64-8/5.

Metodo di installazione: è la tipologia di posa prevista dalla norma UNEL 35024/1 in corrispondenza della quale è possibile ricavare la portata del cavo. Il metodo viene indicato con il riferimento della tabella delle portate e un numero progressivo. Il numero progressivo rappresenta la posizione della metodologia di posa prevista nella tabella.

	UNIPOLARI	
Tipo di posa	Descrizione	Metodo d'installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	1U
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	2U
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	2U

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	2U
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4U
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	4U
13	con o senza armatura su passerelle perforate	5U
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	5U
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	5U, 6U, 7U
15	con o senza armatura fissati da collari	5U, 6U, 7U
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	5U, 6U, 7U
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	5U
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	3U
21	con guaina in cavità di strutture	4U
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	2U
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	2U
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	2U
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	4U
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	2U
32	con guaina in canali verticali su pareti	2U
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	2U
34	senza guaina in canali sospesi	2U
34A	con guaina in canali sospesi	
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	2U
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	2U
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	4U
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	1U
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	4U
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	4U
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	
63	con guaina interrati con protezione meccanica	
71	senza guaina in elementi scanalati	1U
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	2U
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	1U
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	1U

Tabella 3 - Tabelle di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma CEI UNEL 35024/1

Tipo di posa	MULTIPOLARI	
	Descrizione	Metodo d'installazione
2	in tubi circolari entro muri isolanti	1M
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	2M
4A	in tubi non circolari su pareti	2M
5A	in tubi annegati nella muratura	2M
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4M
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	4M
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

13	con o senza armatura su passerelle perforate	3M
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	3M
15	con o senza armatura fissati da collari	3M
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	3M
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	3M
21	in cavità di strutture	2M
22A	in tubi in cavità di strutture	2M
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	2M
31	in canali orizzontali su pareti	2M
32	in canali verticali su pareti	2M
33A	in canali incassati nel pavimento	2M
34A	in canali sospesi	2M
43	in cunicoli aperti o ventilati	2M
51	entro pareti termicamente isolanti	1M
52	in muratura senza protezione meccanica	4M
53	in muratura con protezione meccanica	4M
61	in tubi o cunicoli interrati	
62	interrati senza protezione meccanica	
63	interrati con protezione meccanica	
73	posati in stipiti di porte	1M
74	posati in stipiti di finestre	1M
81	immersi in acqua	

Tabella 4 - Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi unipolari con o senza guaina relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1

Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi unipolari con o senza guaina																						
Metodo di installazione	di isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm ²																			
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
1U	PVC	2	-	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320	-	-	-	-
		3	-	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286	-	-	-	-
	EPR	2	-	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424	-	-	-	-
		3	-	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380	-	-	-	-
2U	PVC	2	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-
		3	12	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369	-	-	-	-
	EPR	2	17	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555	-	-	-	-
		3	15	20	28	37	48	66	88	117	144	175	222	269	312	355	417	490	-	-	-	-
3U	PVC	2	-	19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	-	-	-	-
		3	-	15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-	-	-	-

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

	EPR	2	-	24	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327	-	-	-	-	-	-	-	-
		3	-	20	28	37	48	71	96	127	157	190	242	293	-	-	-	-	-	-	-	-
4U	PVC	3	-	19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216	264	308	356	409	485	561	656	749	855
	EPR	3	-	24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607	703	823	946	1088
5U	PVC	2	-	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546	629	754	868	1005
		3	-	19,5	26	35	46	63	85	114	143	174	225	275	321	372	427	507	587	689	789	905
	EPR	2	-	27	37	50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679	783	940	1083	1254
		3	-	24	33	45	58	80	107	141	176	216	279	342	400	464	533	634	736	868	998	1151
6U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138
		3	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709	852	982	1138
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454
		3	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902	1085	1253	1454
7U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070
		3	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659	795	920	1070
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362
		3	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833	1008	1169	1362

Tabella 5 - Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi multipolari relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1

Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi multipolari																						
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm ²																			
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630
1M	PVC	2	-	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291	334	-	-	-
		3	-	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261	298	-	-	-
	EPR	2	-	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386	442	-	-	-
		3	-	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346	396	-	-	-
2M	PVC	2	13,5	16,5	23	30	38	52	69	90	111	133	168	201	232	258	294	344	394	-	-	-
		3	12	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	179	206	225	255	297	339	-	-	-
	EPR	2	17	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	334	384	459	532	-	-	-
		3	15	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	300	340	398	455	-	-	-

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

3M	PVC	2	15	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514	593	-	-	-
		3	13,6	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497	-	-	-
	EPR	2	19	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641	741	-	-	-
		3	17	23	32	42	54	75	100	127	158	190	246	298	346	399	456	538	621	-	-	-
4M	PVC	2	15	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	530	-	-	-
		3	13,5	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464	-	-	-
	EPR	2	19	24	33	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599	693	-	-	-
		3	17	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500	576	-	-	-

Tabella 6 - Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alle pose in aria libera secondo la tabella CEI Unel 35024/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C, per le pose in aria libera.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{30^\circ} * K$

Dove I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata

I_{30° = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C

K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata.

Temperatura	PVC	EPR
10	1,22	1,15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
30	1.00	1.00
35	0.94	0.96
40	0.87	0,91
45	0.79	0.87
50	0.71	0.82
55	0,61	0.76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

Tabella 7 - Tabella dei coefficienti di correzione per temperature di posa (K1) relative ai cavi interrati secondo la tabella UNEL 35026/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 20°C, per le pose interrate.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{20^\circ} * K$

Dove I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata

I_{20° = è la portata del cavo alla temperatura di 20°C

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata

Temperatura	PVC	EPR
10	1,10	1,07
15	1.05	1.04
20	1.00	1.00
25	0.95	0.96
30	0.89	0.93
35	0.84	0.89
40	0.77	0.85
45	0.71	0.80
50	0.63	0.76
55	0.55	0.71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Tabella 8 - Colori distintivi dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 524.1)

Blu chiaro	Riservato al Neutro
Giallo - Verde	Riservato esclusivamente ai conduttori di terra , di protezione di collegamenti equipotenziali . I conduttori usati congiuntamente come neutro e conduttore di protezione (PEN), quando sono isolati, devono essere contrassegnati secondo uno dei metodi seguenti: Giallo/verde su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette blu chiaro alle estremità; Blu chiaro su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette giallo/verde alle estremità.
Marrone, Nero, Grigio	Consigliati per i conduttori di Fase .

Tabella 9 - Sezioni minime dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 514)

0,5 mm ²	Circuiti di segnalazione e circuiti ausiliari di comando. Se questi circuiti sono elettronici è ammessa anche la sezione di 0,1 mm² .
0,75 mm ²	Conduttore mobile con cavi flessibili (con e senza guaina).
1,5 mm ²	Circuiti di potenza.

Tabella 10 - Sigle di designazione dei cavi (CEI 20-27 e CENELEC HD 361)

Caratteristiche	
-----------------	--

Città di Somma Lombardo (VA)

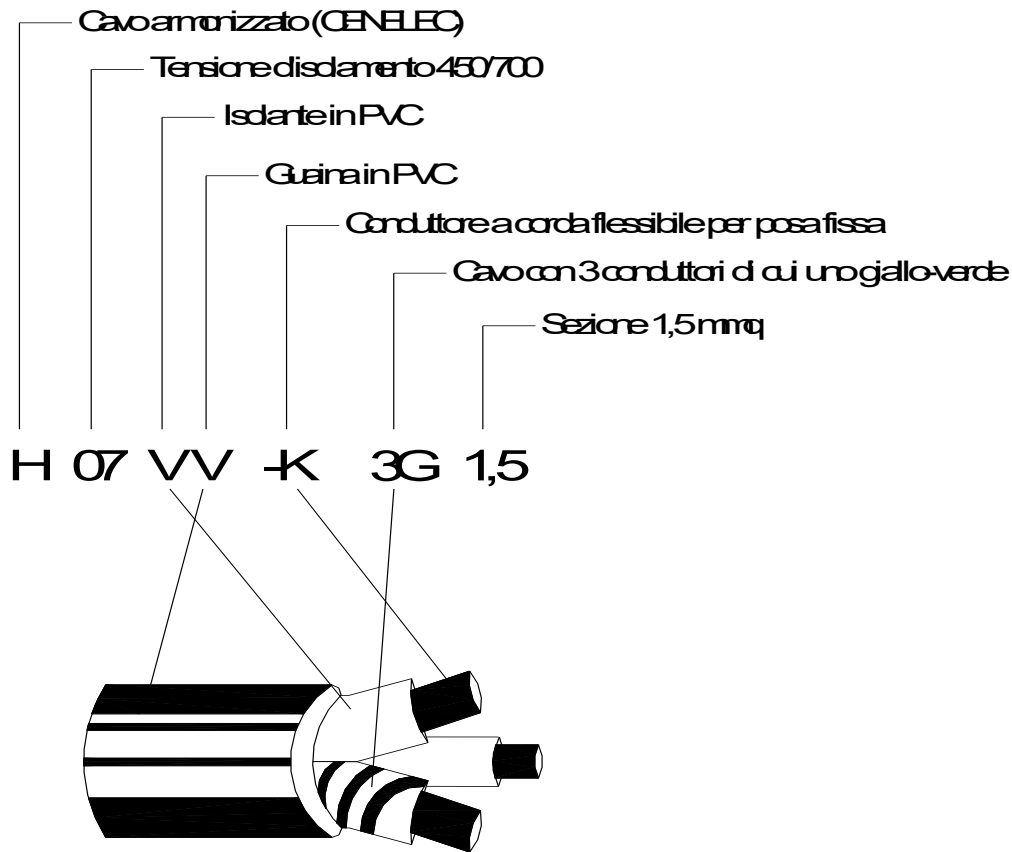
Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

Riferim. normativi	Norma armonizzata..... <i>H</i> Tipo nazionale autorizzato..... <i>A</i> Tipo nazionale..... <i>N</i>	<i>A</i>
Tensione nominale	300/300 V..... <i>03</i> 300/500 V..... <i>05</i> 450/750 V..... <i>07</i> 0,6/1 kV..... <i>1</i>	
Isolante	PVC..... <i>V</i> Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i> Gomma siliconica..... <i>S</i> Gomma etilenpropilenica..... <i>B</i> Gomma Butilica..... <i>B3</i> Polietilene..... <i>E</i> Polietilene reticolato..... <i>X</i>	
Guaina (eventualmente)	PVC..... <i>V</i> Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i> Policloroprene..... <i>N</i> Treccia di fibra di vetro..... <i>J</i> Treccia Tessile..... <i>T</i>	<i>B</i>
Particolari costruttivi (eventuali)	Cavo piatto, anime divisibili..... <i>H</i> Cavo piatto, anime non divisibili..... <i>H2</i> Cavo rotondo (nessun simbolo)	
Conduttore	A filo unico rigido..... <i>U</i> A corda rigida..... <i>R</i> A corda flessibile per posa fissa..... <i>K</i> A corda flessibile per posa mobile... <i>F</i> A corda flessibilissima..... <i>H</i>	
Numero di anime..... ..		<i>C</i>
Senza conduttore di protezione..... <i>X</i>		
Con conduttore di protezione..... <i>G</i>		
Sezione del conduttore..... ..		

Esempio di Designazione di un cavo

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto



Dati relativi ai cavi secondo le tabelle IEC 364-5-523-1983

Tabella 11 - Tabella delle portate in funzione del tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Stralcio da IEC 364-5-523-1983 e da rapporto CENELEC RO 64-001 1991																	
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm ²														
			1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
A	PVC	2	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320
		3	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286
	XPLE EPR	2	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424
		3	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380
A2	PVC	2	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291
		3	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261
	XPLE EPR	2	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386
		3	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346
B	PVC	2	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	-	-	-
		3	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	-	-	-
	XPLE EPR	2	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	-	-	-
		3	20	28	37	48	66	86	117	144	175	222	269	312	-	-	-
B2	PVC	2	16,5	23	30	38	52	69	90	111	135	168	201	232	-	-	-

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

		3	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	176	206	-	-	-
	XPLE	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	-	-	-
	EPR	3	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	-	-	-
C	PVC	2	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461
		3	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403
	XPLE	2	24	35	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599
		EPR	3	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424
D	PVC	2	22	29	38	47	63	81	104	125	148	183	216	246	278	312	360
		3	18	24	31	39	52	67	86	103	122	151	179	203	230	257	297
	XPLE	2	26	34	44	56	73	95	121	146	173	213	252	287	324	363	419
		EPR	3	22	29	37	46	61	79	101	122	144	178	211	240	271	304
E	PVC	2	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514
		3	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430
	XPLE	2	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641
		EPR	3	23	32	42	54	75	100	127	158	192	246	298	346	399	456
F	PVC	2	-	-	-	-	-	-	131	162	196	251	304	352	406	463	546
		3 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	110	137	167	216	264	308	356	409	485
	XPLE	2	-	-	-	-	-	-	161	200	242	310	377	437	504	575	679
	EPR	3 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	135	169	207	268	328	383	444	510	607
G	PVC	3 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569
	XPLE/EPR	3 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719

Note:

(1) - Disposti a trefolo

(2) - Distanziati di almeno 1 diametro e disposti verticalmente

Tabella 12 - Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi unipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

UNIPOLARI		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo di installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	A
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	B
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	B
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	A
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	E

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

14	con guaina a contatto fra loro su mensole	F
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	G
21	con guaina in cavità di strutture	B2
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	B2
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	B2
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	B2
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	B
32	con guaina in canali verticali su pareti	B2
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	B
34	senza guaina in canali sospesi	B
34A	con guaina in canali sospesi	B2
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	B2
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	B
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	B
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	A
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	C
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	C
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	D
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	D
63	con guaina interrati con protezione meccanica	D
71	senza guaina in elementi scanalati	A
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	B
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	A
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	A

Tabella 13 - Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi multipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

MULTIPOLARI		
Tipo di posa	Descrizione	Metodo di installazione
2	in tubi circolari entro muri isolanti	A2
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	B2
4A	in tubi non circolari su pareti	B2
5A	in tubi annegati nella muratura	A2
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	E
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
21	in cavità di strutture	B2
22A	in tubi in cavità di strutture	B2
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	B2
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	in canali orizzontali su pareti	B
32	in canali verticali su pareti	B2
33A	in canali incassati nel pavimento	B2
34A	in canali sospesi	B2
43	in cunicoli aperti o ventilati	B
51	entro pareti termicamente isolanti	A
52	in muratura senza protezione meccanica	C
53	in muratura con protezione meccanica	C
61	in tubi o cunicoli interrati	D
62	interrati senza protezione meccanica	D
63	interrati con protezione meccanica	D
73	posati in stipiti di porte	A
74	posati in stipiti di finestre	A
81	immersi in acqua	A

Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/70

Tabella 14 - Tabella riepilogativa di tipo, posa e portata dei conduttori della tabella UNEL 35024/70 (a 30°C)

modo ⇒	01	02	03		04		05		06		07
tipo conduttori e	multipolari	unipolari	unipolari non distanziati				multipolari distanziati	unipolari distanziati			
		con o senza guaina	senza guaina	con guaina		senza guaina		con guaina			
tipo posa	entro tubi o sotto modanature		su passerelle		su passerelle a parete su fune portante		su passerelle a parete		su passerella	su passerella su isolatori	
portat a↓	Protezione conduttori: PVC o Gomma G										
	↓ numero di conduttori										
01	4										
02		3		4				4			
03	4		2		3		4		3		
04		3		4		2		3		4	2
05			2		3		4		2		3
											2-3-4

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

06					2		3				2	2-3-4	
07								2					2-3-4
08												2-3-4	
Protezione conduttori: Gomma G2 o Gomma G5 o EPR													
		01	02	03	04	05	06	07	08				
SEZIONE ↓		PORTATE ↓											
a	1	10,5	12	13,5	15	17	19	21	23				
b	1,5	14	15,5	17,5	19,5	22	24	27	29				
c	2,5	19	21	24	26	30	33	37	40				
d	4	25	28	32	35	40	45	50	55				
e	6	32	36	41	46	52	58	64	70				
f	10	44	50	57	63	71	80	88	97				
g	16	59	68	76	85	96	107	119	130				
h	25	75	89	101	112	127	142	157	172				
i	35	97	111	125	138	157	175	194	213				
j	50	-	134	151	168	190	212	235	257				
k	70	-	171	192	213	242	270	299	327				
l	95	-	207	232	258	293	327	362	396				
m	120	-	239	269	299	339	379	419	458				
n	150	-	275	309	344	390	435	481	527				
o	185	-	314	353	392	444	496	549	602				
p	240	-	369	415	461	522	584	645	707				

Tabella 15 - Tabella delle resistenze e delle reattanze dei cavi elettrici secondo la tabella UNEL 35023-70 (a 20°C)

Sezione mm ²	Cavi unipolari		Cavi Multipolari	
	R _{20 °C}	X	R _{20 °C}	X
	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m
1	17,82	0,176	18,14	0,125
1,5	11,93	0,168	12,17	0,118
2,5	7,18	0,155	7,32	0,109
4	4,49	0,143	4,58	0,101
6	2,99	0,135	3,04	0,0955
10	1,80	0,119	1,83	0,0861
16	1,137	0,112	1,15	0,0817
25	0,717	0,106	0,731	0,0813
35	0,517	0,101	0,527	0,0783
50	0,381	0,101	0,389	0,0779
70	0,264	0,0965	0,269	0,0751
95	0,190	0,0975	0,194	0,0762
120	0,152	0,0939	0,154	0,0740

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

150	0,123	0,0928	0,126	0,0745
185	0,0992	0,0908	0,100	0,0742
240	0,0760	0,0902	0,0779	0,0752
300	0,0614	0,0895	0,0629	0,0750
400	0,0489	0,0876	0,0504	0,0742
500	0,0400	0,0867	0,0413	0,0744
630	0,0324	0,0865	0,0336	0,0749

N.B.: Le resistenze e le reattanze per i cavi multipolari sono utilizzate per l'eventuale cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione.

Il cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione è possibile inserirlo nei dati di ingresso del quadro generale, però è possibile gestirlo in maniera più efficace creando un quadro fittizio in cui viene identificato solo il collegamento.

Tabella 16 - Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alla tabella Unel 35024/70

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{30^\circ} \cdot K$

Dove I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata

I_{30° = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C

K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata.

Temperatura	PVC	Gomma (G2)	EPR
15	1.17	1.22	1.13
20	1.12	1.15	1.09
25	1.06	1.06	1.04
30	1.00	1.00	1.00
35	0.94	0.91	0.95
40	0.87	0.82	0.90
45	0.79	0.71	0.85
50	0.71	0.58	0.80

8.8. Dimensionamento conduttori di neutro

La norma CEI 64-8 prevede che la sezione del conduttore di neutro, nel caso di circuiti polifase, possa 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 mm²;
- 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 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio.

Il criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

$$S_n = S_f \text{ se } S_f < 16 \text{ mm}^2;$$

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

$S_n = 16 \text{ mm}^2$ se $16 \leq S_f \leq 35$;

$S_n = S_f / 2$ se $S_f > 35 \text{ mm}^2$.

Per i circuiti monofasi, oppure polifasi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm², se il conduttore è in rame, e 25 mm², se il conduttore è in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase

8.9. Dimensionamento conduttori di protezione

La norma CEI 64.8 prevede due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione del conduttore di fase;
- determinazione tramite calcolo.

Il primo criterio (adottato nel presente progetto) consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

$S_{pe} = S_f$ se $S_f < 16 \text{ mm}^2$;

$S_{pe} = 16 \text{ mm}^2$ se $16 \leq S_f \leq 35$;

$S_{pe} = S_f / 2$ se $S_f > 35 \text{ mm}^2$

Il secondo criterio consiste nel determinarne il valore tramite l'integrale di Joule.

8.10. Verifica di selettività

La selettività tra i dispositivi di protezione è stata verificata utilizzando le tabelle fornite dai costruttori dei dispositivi stessi.

9. Criteri di protezione contro i contatti diretti e indiretti

9.1. Contatti diretti

Il contatto diretto si verifica quando un individuo tocca una parte di circuito normalmente in tensione. La protezione contro i contatti diretti sarà di tipo totale in modo da impedire sia il contatto accidentale sia quello volontario, adatta per luoghi accessibili a persone non addestrate. Essa sarà realizzata mediante isolamento (asportabile solo mediante distruzione) delle parti attive (in generale per i cavi), o protezione mediante involucri o barriere (in generale per le apparecchiature di comando, protezione e manovra, morsettiere e apparecchi utilizzatori). In particolare, le parti attive saranno poste entro involucri tali da assicurare il grado di protezione minimo IP2X e IPXXB. Le superfici superiori orizzontali degli involucri che sono a portata di mano avranno un grado di protezione minimo IP4X e IPXXD. Per i circuiti di alimentazione delle prese a spina, è prevista una protezione aggiuntiva contro i contatti diretti mediante interruttori differenziali aventi I_{dn} non superiore a 0,03 A.

9.2. Contatti indiretti

Per contatto indiretto si intende l'evento per il quale un individuo entra in contatto con un elemento conduttore normalmente privo di potenziale ma che, a causa di cedimenti d'isolamento di parti in tensione dell'impianto elettrico, può assumere un potenziale elettrico verso terra (massa) con valori che

possono causare pregiudizio all'incolumità dell'individuo.

Gli effetti del danno possono essere di entità diversa in base allo stato fisico dell'individuo soggetto

Città di Somma Lombardo (VA)

Opere di completamento aree esterne scuola primaria Milite Ignoto

all'evento.

In accordo a quanto prescritto dalla norma CEI 64-8, nel caso di sistemi di prima categoria (con tensione nominale da oltre 50 fino a 1000 V, compresi in corrente alternata) dove l'Ente è proprietario della cabina di trasformazione (da AT o MT a BT), si attuerà la protezione prevista per il sistema TN (collegamento a terra del neutro e collegamento delle masse al neutro). Tale sistema richiede che sia soddisfatta in qualsiasi punto del circuito la condizione:

$$I = U_0 / Z_g$$

dove:

U_0 è la tensione nominale dell'impianto verso terra, in volt;

Z_g è l'impedenza totale, in ohm, del circuito di guasto, per guasto franco a massa;

I è il valore in Ampere della corrente di intervento della protezione, effettuata con dispositivi di massima corrente a tempo inverso, come interruttori magnetotermici, o con dispositivi differenziali.

Tale protezione dovrà interrompere il circuito entro 5 secondi, in generale, e, in aggiunta a quanto precisato nella norma CEI 64-8, entro 0,4 s per tutti i circuiti terminali.

10. Dimensionamento illuminotecnico

Si è fatto riferimento ai valori di illuminamento medio previsti dalla Norma UNI EN 12464-2 e UNI 10819. Riguardo la scelta degli apparecchi e delle lampade, si è tenuto conto della temperatura di colore e della resa in relazione alle attività svolte considerando anche l'efficienza luminosa, che incide sul costo di esercizio dell'impianto.

In particolare, dovranno essere garantiti i valori minimi indicati dalla normativa:

Area	Em [lux]	U₀ minimo	UGR massimo
Parcheeggi pubblici	20–30	0,4	25
Strade urbane di scorrimento	10–20	0,3	25
Percorsi pedonali	5–10	0,4	22
Ingressi e rampe carico	20–30	0,4	25
Aree a verde/passeggiate	5–10	0,4	22