

COMUNE DI MORETTA (CN)

Lavori presso la scuola elementare G. Prat di riconversione funzionale e abbattimento barriere architettoniche



Responsabile del procedimento: geom. Roberto Mina

R.T.P. di progettazione:

Settanta7 studio associato

arch. Daniele Rangone

arch. Elena Rionda

ing. Luca Ronco

ing. Alberto

Brondello



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO

1264 Dott. Ing. Luca Ronco



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO

A1653 Dott. Ing. Alberto Brondello

ing. Luca Lussorio

geol. Giuseppe Galliano

arch. Francesca Cordero



ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI CUNEO

A1553 Dott. Ing. Luca Lussorio



PROGETTO ESECUTIVO
Data consegna: SETTEMBRE 2017

Calcoli di dimensionamento

0041430003-PE-2-E-005-
Calcoli dimensionamento



La presente relazione di calcolo si compone dei seguenti documenti:

- PARTE 1 - metodologia calcolo dimensionamento delle condutture
- PARTE 2 - calcolo probabilità di fulminazione dell'edificio
- PARTE 3 - verifica illuminotecnica locali tipo

Comune di Moretta (CN)

LAVORI PRESSO LA SCUOLA ELEMENTARE "G. PRAT" DI RICONVERSIONE
FUNZIONALE E ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

SCUOLA ELEMENTARE
G. PRAT



PARTE 1

Metodologia calcolo dimensionamento delle condutture



INDICE

1. Oggetto.....	5
2. Leggi e norme di riferimento.....	5
3. Criteri di dimensionamento	6
4. Software di calcolo utilizzato	7
4.1 Metodologia di verifica	8
4.1.1 Protezione contro i sovraccarichi	8
4.1.2 Protezione contro i cortocircuiti.....	8
4.1.3 Protezione contro i contatti indiretti.....	8
4.1.3.1 per sistemi TT	8
4.1.3.2 per sistemi TN	9
4.1.3.3 per sistemi IT	9
4.1.4 Energia specifica passante.....	10
4.1.5 Caduta di tensione	10
4.1.5.1 Temperatura a regime del conduttore	10
4.1.6 Lunghezza max protetta per guasto a terra	10
4.1.7 Lunghezza max.....	11
4.1.8 Calcolo della potenza del gruppo di rifasamento	12
4.2 Formule di calcolo e verifica utilizzate dal programma	12
4.2.1 Correnti di cortocircuito	12
4.2.1.1 Fattore di tensione.....	14
4.2.2 Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori	14
4.2.3 Verifica della chiusura in cortocircuito	16
4.2.3.1 Valore di cresta I _p della corrente di cortocircuito	16
4.2.4 Verifica dei condotti sbarre	18
4.2.4.1 Valore di cresta I _p della corrente di cortocircuito	18
4.2.4.2 Verifica della tenuta del condotto sbarre	18
4.3 Lettura tabelle riepilogative di verifica	19
4.3.1 Dati relativi alla linea	19
4.3.2 Secondo Tabelle UNEL 35024/1.....	19
4.3.3 Secondo Rapporto CENELEC RO 64-001 1991	19
4.3.4 Secondo Tabelle UNEL 35024/70.....	20
4.3.5 Dati relativi alla protezione.....	20
4.3.6 Parametri elettrici.....	20
4.4 Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/1 e 35026/1	21
4.4.1 Cavi Unipolari - Pose	22
4.4.2 Cavi Multipolari - Pose.....	24
4.4.3 Cavi Unipolari - Portate.....	25
4.4.4 Cavi Multipolari - Portate	27
4.4.5 Coefficienti di temperatura per pose in aria libera	29
4.4.6 Coefficienti di temperatura per pose interrato	29
4.4.7 Colori distintivi dei conduttori	30
4.4.8 Sigle di designazione dei cavi.....	31
4.4.8.1 Esempio di designazione di un cavo.....	32
4.5 Dati relativi ai cavi secondo le tabelle IEC 364-5-523-1983	33
4.5.1 Portate in funzione del tipo di posa.....	33
4.5.2 Cavi Unipolari - Pose	35



4.5.3	Cavi Multipolari - Pose	37
4.6	Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/70	38
4.6.1	Dati tecnici dei cavi	40
4.6.2	Coefficienti di temperatura	40

**1. Oggetto**

La presente relazione ha per oggetto la verifica della rete elettrica di bassa tensione di alimentazione del complesso e delle relative utenze a servizio dello stesso (impianti di illuminazione e forza motrice).

2. Leggi e norme di riferimento

Nel dimensionamento della rete elettrica BT sono state prese come riferimento le vigenti prescrizioni normative e legislative, ed in particolare:

Disposizioni legislative:	
D.M. n°37 del 22 Gennaio 2008	<i>"Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"</i>
D.Lgs n°81 del 9 Aprile 2008 e s.m.i.	<i>"Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro."</i>

TABELLA 1 - LEGGI DI RIFERIMENTO

Disposizioni normative del comitato elettrotecnico italiano CEI	
CEI 64-8 Giugno 2012:	<i>"Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua"</i>

TABELLA 2 - NORME DI RIFERIMENTO



3. Criteri di dimensionamento

Il dimensionamento della rete elettrica BT comprende l'individuazione:

- delle taglie delle sorgenti di alimentazione;
- dei circuiti per l'alimentazione delle utenze elettriche;
- della tipologia, potere di interruzione e corrente nominale degli interruttori automatici;
- della tipologia, corrente nominale, soglie di regolazione e tarature dei dispositivi di protezione associati agli interruttori automatici;
- della tipologia e corrente nominale degli interruttori di manovra;
- della sezione, formazione e tipologia, modalità di posa ed installazione dei cavi elettrici.

Per il dimensionamento della rete elettrica BT sono stati adottati i seguenti criteri:

- rispetto delle disposizioni legislative e normative relative alla protezione contro le sovracorrenti ed i contatti indiretti;
- ottemperare alle esigenze del Committente;
- riduzione dei disservizi dovuti a guasti sulla rete elettrica ed alla attività di manutenzione;
- assegnazione delle potenze elettriche assorbite dalle utenze elettriche in base alle informazioni pervenute;
- assegnazione dei coefficienti di contemporaneità ed utilizzazione per la valutazione delle correnti di impiego in base alla tipologia di utenza, all'utilizzo durante l'esercizio ed ad ipotesi suffragate dall'esperienza e competenza maturate durante gli anni.



4. Software di calcolo utilizzato

I calcoli elettrici sono stati effettuati con il software applicativo dedicato.

I componenti elettrici selezionati per l'effettuazione dei calcoli non sono vincolanti nell'acquisto se non diversamente specificato. Infatti componenti equivalenti a quelli utilizzati per i calcoli dal punto di vista prestazionale sono idonei a garantire il rispetto delle prescrizioni legislative e normative vigenti.

L'applicazione effettua i seguenti calcoli e verifiche in conformità alla norma CEI 64-8:

- calcolo della portata in regime permanente in funzione delle condizioni ambientali e di posa dei cavi;
- calcolo delle correnti di corto circuito presunte a inizio linea ed a fine linea sia tra i conduttori attivi sia tra i conduttori attivi ed il conduttore di protezione;
- calcolo delle cadute di tensione percentuale sia con la corrente di impiego sia con la portata del cavo;
- verifica del coordinamento tra i dispositivi di protezione magnetotermici e differenziali e le linee elettriche per la protezione contro le sovracorrenti ed i contatti indiretti. Per i condotti sbarre verifica che la relativa corrente ammissibile di cresta non sia superiore al valore di picco massimo della corrente di corto circuito presunta ad inizio linea.

Il software inoltre supporta:

- varie sorgenti di alimentazione: rete elettrica BT, rete elettrica MT, trasformatore MT/BT, gruppo elettrogeno, gruppi di continuità statico in differenti combinazioni;
- utenze concentrate ed utenze distribuite.

Nel seguito sono riportate le:

- schede tecniche di calcolo e metodologia di verifica utilizzate dal programma
- i moduli riepilogativi dei calcoli delle linee prese in esame



SCHEDE TECNICHE DI CALCOLO E METODOLOGIA DI VERIFICA

4.1 Metodologia di verifica

4.1.1 Protezione contro i sovraccarichi

(Secondo Norma 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 condotta
- I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione

4.1.2 Protezione contro i cortocircuiti

(Secondo Norma CEI 64-8/4 - 434.3)

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

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

Dove

- I_{ccMax} = Corrente di cortocircuito massima
- P.d.i. = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione
- I^2t = Integrale di Joule della corrente di cortocircuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)
- K = Coefficiente della condotta utilizzata
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 condotta

4.1.3 Protezione contro i contatti indiretti

(Norma CEI 64-8/4 - 413.1.3.3/413.1.4.2/413.1.5.3/413.1.5.5/413.1.5.6)

4.1.3.1 per sistemi TT

Se è soddisfatta la condizione:

$$RA \times I_a \leq 50$$

Dove

- RA = è la somma delle resistenze del dispersore e del conduttore di protezione in Ohm
- I_a = è la corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione, in Ampere



4.1.3.2 per sistemi TN

Se è soddisfatta la condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Dove

$U_0 =$	Tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra, in Volt
$Z_s =$	Impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo e di protezione tra punto di guasto e la sorgente
$I_a =$	Valore in Ampere, della corrente di intervento in 5 sec. o secondo le tabelle CEI 64-8/4 - 41A e/o 48A del dispositivo di protezione

4.1.3.3 per sistemi IT

Se è soddisfatta la condizione:

$$R_T \times I_d \leq 50$$

Dove

$R_T =$	è la resistenza del dispersore al quale sono collegate le masse, in Ohm;
$I_d =$	è la corrente di guasto nel caso di primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di fase ed una massa, in Ampere. Il valore di I_d tiene conto delle correnti di dispersione verso terra e dell'impedenza totale di messa a terra dell'impianto; non è necessario interrompere il circuito in caso di singolo guasto a terra. Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni di interruzione dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto sono:

quando le masse sono messe a terra per gruppi od individualmente, le condizioni sono date nell'art. 413.1.4 Norma CEI 64-8/4 come per i sistemi TT

quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione, si applicano le prescrizioni relative al sistema TN ed in particolare:

quando il neutro non è distribuito

$$Z_s \leq \frac{U}{2 \cdot I_a}$$

quando il neutro è distribuito

$$Z'_s \leq \frac{U_0}{2 \cdot I_a}$$

Dove

$U_0 =$	è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e neutro
$U =$	è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e fase
$Z_s =$	è l'impedenza dell'anello di guasto costituito dal conduttore di fase e dal conduttore di protezione del circuito
$Z'_s =$	è l'impedenza del circuito di guasto costituito dal conduttore di neutro e dal conduttore di protezione del circuito
$I_a =$	è la corrente che interrompe il circuito entro il tempo specificato dalle tabelle CEI 64-8/4 - 41B e/o 48A, od entro 5 s per tutti gli altri circuiti, quando questo tempo è permesso



4.1.4 Energia specifica passante

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

Dove

I^2t = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I^2t della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

K^2S^2 = Energia specifica passante sopportata dalla conduttura

Dove

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

S = sezione della conduttura

4.1.5 Caduta di tensione

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

Dove

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

R_l = resistenza (alla T_R) 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

4.1.5.1 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 $^{\circ}\text{C}$

T_Z = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in $^{\circ}\text{C}$

T_A = è la temperatura ambiente espressa in $^{\circ}\text{C}$

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)

4.1.6 Lunghezza max protetta per guasto a terra

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

Dove

$I_{cc \text{ min}}$ = 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.



4.1.7 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 caduta di tensione a fondo linea.



4.1.8 Calcolo della potenza del gruppo di rifasamento

Il calcolo della potenza reattiva del gruppo di rifasamento fatto in automatico dal programma, tramite l'apposito pulsante Rifasamento, viene eseguito utilizzando la formula:

$$Q_c = P * (tg\phi_i - tg\phi_f)$$

Dove

- Q_c = è la potenza reattiva della batteria di rifasamento.
 P = è la potenza attiva assorbita dall'impianto da rifasare.
 $tg\phi_i$ = è la tangente dello sfasamento di partenza da recuperare.
 $tg\phi_f$ = è la tangente dello sfasamento a cui si vuole arrivare.

4.2 Formule di calcolo e verifica utilizzate dal programma

4.2.1 Correnti di cortocircuito

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

Dove

per I_{cc} trifase: 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

$$K = \sqrt{3}$$

Comune di Moretta (CN)

LAVORI PRESSO LA SCUOLA ELEMENTARE "G. PRAT" DI RICONVERSIONE
FUNZIONALE E ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

SCUOLA ELEMENTARE
G. PRAT



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



4.2.1.1 Fattore di tensione

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:

Tabella 1

	I_{ccMAX}	I_{ccmin}
C	1	0.95
R	$R_{20^{\circ}C}$	$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{^{\circ}C} (\theta_e - 20^{\circ}C) \right] R_{20^{\circ}C}$ (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.

4.2.2 Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori

Premessa

Il calcolo viene effettuato in funzione delle utenze identificate come Utenze motore e in funzione dei coefficienti di contemporaneità impostati.

$$Z_{mot} = 0.25 * \left(\frac{U^2}{kVA_{mot}} \right)$$

$$R_{mot} = Z_{mot} * 0.6$$

$$X_{mot} = \sqrt{Z_{mot}^2 - R_{mot}^2}$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{fase}} + \frac{1}{R_{mot}}}$$

$$X_t = \frac{1}{\frac{1}{X_{fase}} + \frac{1}{X_{mot}}}$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$



$$I_{cc} = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Dove:

- Z_{mot} = è l'impedenza in funzione dei motori predefiniti
- R_{mot} = è la resistenza in funzione dei motori predefiniti
- X_{mot} = è la reattanza in funzione dei motori predefiniti



4.2.3 Verifica della chiusura in cortocircuito

(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_p \leq I_{CM}$$

Dove

I_p = è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)

I_{CM} = è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

4.2.3.1 Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta I_p è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove

I_K'' = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

K_{CR} = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{3 \cdot R_{cc} / X_{cc}}$$

Il valore di I_{CM} è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} \cdot n$$

Dove:

I_{CU} = è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito

n = è un coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata

Estratto dalla Tabella 2 – Rapporto n tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata)

Potere di interruzione in cortocircuito kA valore efficace	Fattore di potenza	Valore minimo del fattore n $n = \frac{\text{potere di interruzione in cortocircuito}}{\text{potere di chiusura in cortocircuito}}$
$4,5 \leq I \leq 6$	0,7	1,5

Comune di Moretta (CN)

LAVORI PRESSO LA SCUOLA ELEMENTARE "G. PRAT" DI RICONVERSIONE
FUNZIONALE E ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

SCUOLA ELEMENTARE
G. PRAT



$6 < l \leq 10$	0,5	1,7
$10 < l \leq 20$	0,3	2,0
$20 < l \leq 50$	0,25	2,1
$50 < l$	0,2	2,2



4.2.4 Verifica dei condotti sbarre

(Norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-2)

$$I_p \leq I_{PK}$$

$$I^2t \leq I_{CW}^2$$

4.2.4.1 Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta I_p è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove

I_K'' = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

K_{CR} = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R_{cc} / X_{cc}}$$

4.2.4.2 Verifica della tenuta del condotto sbarre

$$I^2t \leq I_{CW}^2$$

Dove

I^2t = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I^2t della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

I_{CW}^2 = corrente ammissibile di breve durata sopportata dal condotto sbarre



4.3 Lettura tabelle riepilogative di verifica

4.3.1 Dati relativi alla linea

Sigla = identificativo alfanumerico introdotto nello schema
Sezione = formazione e sezione della condotta
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), protezione (PE); in parallelo (1F, 2F, 3F ecc.).
(la lettera minuscola indica la sezione ed è riportata di seguito nelle tabelle)
lunghezza = lunghezza della condotta in metri

4.3.2 Secondo Tabelle 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 CEI 64-8
Temperatura di esercizio
Coefficiente correttivo di portata

4.3.3 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 CEI 64-8 (vedere
tabelle dei paragrafi 4.2.2 e 4.2.3)
Temperatura di esercizio
Coefficiente correttivo di portata



4.3.4 Secondo Tabelle UNEL 35024/70

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

4.3.5 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 (In) = Corrente di taratura della protezione
 potere di interruzione (P.d.I.) = Potere di interruzione della apparecchiatura
 corrente differenziale (Id) = Corrente differenziale della protezione
 corrente di intervento = Corrente di intervento della protezione

4.3.6 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 f.l. = Corrente di corto circuito minima a fondo linea
 I²t inizio linea = Energia specifica passante massima ad inizio linea
 I²t fondo linea = Energia specifica passante massima a fondo linea
 K²S² = Energia specifica passante sopportata dalla conduttura
 Ib = Corrente nominale del carico
 In = Corrente di taratura della protezione
 Iz = Portata della conduttura
 If = Corrente di funzionamento della protezione
 C.d.t. con Ib = Caduta di tensione con la corrente del carico
 C.d.t. con In = Caduta di tensione con la corrente di taratura
 Lungh. 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.



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

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.



4.4.1 Cavi Unipolari - Pose

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

	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
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

Comune di Moretta (CN)

LAVORI PRESSO LA SCUOLA ELEMENTARE "G. PRAT" DI RICONVERSIONE
FUNZIONALE E ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

SCUOLA ELEMENTARE
G. PRAT



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



4.4.2 Cavi Multipolari - Pose

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

MULTIPOLARI		
Tipo di posa	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	
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	



4.4.3 Cavi Unipolari - Portate

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	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	248	286	-	-	-	-
	EPR	2	-	19	26	35	45	61	81	106	131	158	20	24	27	31	36	42	-	-	-	-
		3	-	17	23	31	40	54	73	95	117	141	17	21	24	28	32	38	-	-	-	-
2U	PVC	2	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	19	23	26	30	35	41	-	-	-	-
		3	12	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	17	20	23	27	31	36	-	-	-	-
	EPR	2	17	23	31	42	54	75	100	123	148	19	25	30	35	40	47	55	-	-	-	-
		3	15	20	28	37	48	66	88	111	134	16	22	26	31	35	41	49	-	-	-	-
3U	PVC	2	-	19,5	26	35	46	63	85	112	138	166	21	25	29	34	39	46	-	-	-	-
		3	-	15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	19	23	26	30	35	41	-	-	-	-
	EPR	2	-	24	33	45	58	80	107	14	17	21	27	32	-	-	-	-	-	-	-	-
		3	-	20	28	37	48	71	96	127	15	19	24	29	-	-	-	-	-	-	-	-
4U	PVC	3	-	19,5	26	35	46	63	85	110	137	166	21	26	30	35	40	48	56	656	749	855



	EPR	3	-	24	33	45	58	80	10	13	16	20	26	32	38	44	51	60	70	823	946	1088
5U	PVC	2	-	22	30	40	52	71	96	13	16	19	25	30	35	40	46	54	62	754	868	1005
		3	-	19,5	26	35	46	63	85	11	14	17	22	27	32	37	42	50	58	689	789	905
	EPR	2	-	27	37	50	64	88	11	16	20	24	31	37	43	50	57	67	78	940	108	1254
		3	-	24	33	45	58	80	10	14	17	21	27	34	40	46	53	63	73	868	998	1151
6U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	14	18	21	28	34	39	45	52	61	70	852	982	1138
		3	-	-	-	-	-	-	-	14	18	21	28	34	39	45	52	61	70	852	982	1138
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	18	22	27	35	43	50	57	66	78	90	108	125	1454
		3	-	-	-	-	-	-	-	18	22	27	35	43	50	57	66	78	90	108	125	1454
7U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	13	16	19	25	31	36	41	48	56	65	795	920	1070
		3	-	-	-	-	-	-	-	13	16	19	25	31	36	41	48	56	65	795	920	1070
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	16	20	24	31	38	45	52	60	71	83	100	116	1362
		3	-	-	-	-	-	-	-	16	20	24	31	38	45	52	60	71	83	100	116	1362



4.4.4 Cavi Multipolari - Portate

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 installazioni	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	35	45	57	75	92	110	139	167	192	219	248	293	33	-	-	-	
		3	-	13	17,5	22	29	39	52	68	83	99	125	150	177	192	226	261	29	-	-	-	
	EPR	2	-	18,5	25	35	45	57	76	99	121	145	182	225	293	32	38	44	-	-	-	-	
		3	-	16,5	22	30	40	51	68	89	109	133	161	197	225	29	34	39	-	-	-	-	
2M	PVC	2	13,5	16,5	23	30	40	51	69	90	111	138	166	203	23	29	34	39	-	-	-	-	
		3	12	15	20	27	36	46	62	80	99	118	147	176	20	25	29	33	-	-	-	-	
	EPR	2	17	22	30	40	51	69	91	111	140	172	226	30	33	38	45	53	-	-	-	-	
		3	15	19,5	26	35	46	60	80	105	128	157	203	26	30	34	39	45	-	-	-	-	
3M	PVC	2	15	22	30	40	51	70	94	119	148	182	228	32	37	43	51	59	-	-	-	-	
		3	13,6	18,5	25	34	45	60	80	101	126	155	192	237	27	31	36	43	49	-	-	-	-
	EPR	2	19	26	36	47	60	81	111	144	182	228	28	35	41	47	54	64	74	-	-	-	-
		3	17	23	32	43	55	70	101	127	157	194	24	29	34	39	45	53	62	-	-	-	-
4M	PVC	2	15	19,5	27	36	47	63	85	111	138	166	211	25	29	34	39	46	53	-	-	-	-
		3	13,5	17,5	24	32	43	57	76	96	119	144	172	22	25	29	34	40	46	-	-	-	-



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	-	-	-



4.4.5 Coefficienti di temperatura per pose in aria libera

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

4.4.6 Coefficienti di temperatura per pose interrato

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 interrato.

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
 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

4.4.7 Colori distintivi dei conduttori

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 mm ² .
0,75 mm ²	Conduttore mobile con cavi flessibili (con e senza guaina).
1,5 mm ²	Circuiti di potenza.



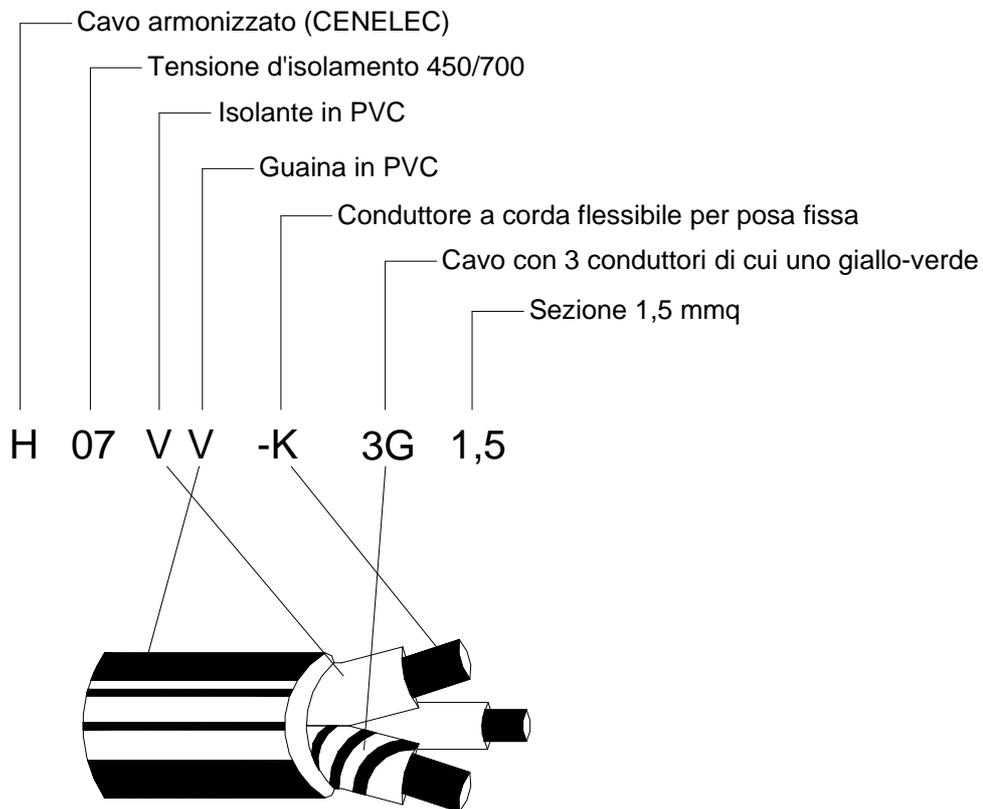
4.4.8 Sigle di designazione dei cavi

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

Caratteristiche		
Riferim. normativi	Norma armonizzata..... <i>H</i> Tipo nazionale autorizzato..... <i>A</i> Tipo nazionale..... <i>N</i>	A
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>	B
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.....	...	C
Senza conduttore di protezione.....	<i>X</i>	
Con conduttore di protezione.....	<i>G</i>	
Sezione del conduttore.....	...	



4.4.8.1 Esempio di designazione di un cavo





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

4.5.1 Portate in funzione del tipo di posa

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
	XP LE 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
	XP LE 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	-	-	-
	XP LE 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	-	-	-
	XP LE EPR	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	-	-	-
		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
	XP LE EPR	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
	XP LE EPR	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
	XP LE EPR	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
	XP LE EPR	2	-	-	-	-	-	-	161	200	242	310	377	437	504	575	679
		3 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	-	135	169	207	268	328	383	444	510
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



4.5.2 Cavi Unipolari - Pose

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
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



4.5.3 Cavi Multipolari - Pose

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
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



4.6 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 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			
05			2	3	4		2		
06					2	3			
07							2		
08									
	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

Comune di Moretta (CN)

LAVORI PRESSO LA SCUOLA ELEMENTARE "G. PRAT" DI RICONVERSIONE
FUNZIONALE E ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

SCUOLA ELEMENTARE
G. PRAT



p	240	-	369	415	461	522	584	645	707
---	-----	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----



4.6.1 Dati tecnici dei cavi

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} 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
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.

4.6.2 Coefficienti di temperatura

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: $I_T = I_{30^\circ} * K$

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

Comune di Moretta (CN)

LAVORI PRESSO LA SCUOLA ELEMENTARE "G. PRAT" DI RICONVERSIONE
FUNZIONALE E ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

SCUOLA ELEMENTARE
G. PRAT



PARTE 2

Protezione contro i fulmini

Valutazione del rischio



1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine con riferimento all'impianto elettrico.

2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1: "Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"
Febbraio 2013
- CEI EN 62305-2: "Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
Febbraio 2013
- CEI EN 62305-3: "Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"
Febbraio 2013
- CEI EN 62305-4: "Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
Febbraio 2013
- CEI 81-29 : "Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"
Febbraio 2014
- CEI 81-30 : "Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS).
Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di Ng (Norma CEI EN 62305-2)"
Febbraio 2014



3. DATI INIZIALI

3.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra per kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura (in proposito vedere l'allegato "Valore di Ng"), vale: $N_g = 2,66$ fulmini/km² anno

3.2 Caratteristiche della struttura

Le dimensioni massime della struttura sono:

A (m): 32 B (m): 21 H (m): 7

La struttura è ubicata in un'area con oggetti di altezza uguale o inferiore ($CD=0,5$).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: scolastico

Il rischio di incendio è: ordinario ($r_f = 0,01$)

Misure di protezione antincendio previste: nessuna ($r_p=1$)

La struttura, in caso di fulminazione, non presenta pericoli particolari per l'ambiente (incluso il rischio di contaminazione) e le strutture circostanti, inoltre:

- non presenta pericolo di esplosione;
- non contiene apparecchiature dal cui funzionamento dipende direttamente la vita delle persone (ospedali e simili);
- non è utilizzata come museo (o simili) né per servizi pubblici di rete (TLC, TV, distribuzione di energia elettrica, gas, acqua).

La struttura non è dotata di un impianto di protezione contro i fulmini (LPS).

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, è stato calcolato il rischio R1.

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare l'opportunità o la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state effettuate in accordo con il committente.



3.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

L1 – Linea 1

Tipo di linea: aerea

Trasformatore MT/BT ad arrivo linea: assente (CT=1)

Lunghezza: 1000 (m)

Percorso della linea in: città (CE=0,5)

SPD ad arrivo linea: II livello (PEB = 0,02)

L2 – Linea 2 (PREDISPOSIZIONE FUTURA)

Tipo di linea: aerea

Trasformatore MT/BT ad arrivo linea: assente (CT=1)

Lunghezza: 100 (m)

Percorso della linea in: città (CE=0,5)

SPD ad arrivo linea: assente (PEB = 1)



4. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA E DEL NUMERO DI EVENTI PERICOLOSI PER LA STRUTTURA E LE LINEE ELETTRICHE ESTERNE

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art.A.2.

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura $AD = 4,28E-03 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura $ND = 0,0057$

L'area di raccolta AL di ciascuna linea elettrica esterna è stata valutata analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art.A.4.

Area di raccolta per fulminazione diretta (AL) delle linee:

L1 – Linea 1

$AL = 0,04 \text{ km}^2$

L2 – Linea 2

$AL = 0,004 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta (NL) delle linee:

L1 – Linea 1

$NL = 0,0532$

L2 – Linea 2

$NL = 0,00532$



5. VALUTAZIONE DEI RISCHI

5.1 Calcolo del rischio R1: perdita di vite umane

I valori delle componenti ed il valore del rischio R1 sono di seguito indicati.

$$RA = 5,69E-07$$

$$RB = 2,85E-06$$

$$RU = 6,38E-07$$

$$RV = 3,19E-06$$

$$\text{Totale} = 7,2490E-06$$

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 7,2490E-06

5.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 7,2490E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

6. CONCLUSIONI

L'impianto elettrico non necessita di protezione contro il fulmine in relazione alla perdita di vite umane (rischio R1).

Non è stato invece valutato il rischio di perdite economiche (rischio R4), e non sono stati adottati i provvedimenti eventualmente necessari, avendo il committente espressamente accettato tale rischio.



APPENDICE – Ulteriori dati utilizzati per il calcolo

Tipo di pavimentazione: vegetale/cemento ($r_t = 0,01$)

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la struttura

Perdita per tensioni di contatto e di passo (interno ed esterno struttura) $L_t = 0,01$

Perdita per danno fisico $L_f = 0,01$

Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

$P_A = 1$

$P_B = 1$

P_U (Linea 1) = 0,02

P_V (Linea 1) = 0,02

P_U (Linea 2) = 1

P_V (Linea 2) = 1

VALORE DI N_G

(CEI EN 62305 - CEI 81-30)

$$N_G = 2,66 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

POSIZIONE

Latitudine: **44,764836° N**

Longitudine: **7,541704° E**

INFORMAZIONI

- Il valore di N_G è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di N_G derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di N_G dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di N_G .
- I valori di N_G inferiori ad 1 sono stati arrotondati ad uno non essendo significativi valori inferiori all'unità (CEI 81-30, art. 6.5).
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di N_G a causa della natura discreta della mappa ceramica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla guida CEI 81-30 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di N_G forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

Data, 15 aprile 2017

Comune di Moretta (CN)

LAVORI PRESSO LA SCUOLA ELEMENTARE "G. PRAT" DI RICONVERSIONE
FUNZIONALE E ABBATTIMENTO BARRIERE ARCHITETTONICHE

SCUOLA ELEMENTARE
G. PRAT



PARTE 3

VERIFICA ILLUMINOTECNICA LOCALI TIPO

MENSA _ MORETTA

Impianto :

Numero progetto :

Cliente :

Autore : Agenzia I-LIGHT snc

Data : 23.03.2017

Descrizione progetto:

NB:

La presente proposta illuminotecnica è da intendersi unicamente come studio di massima allo scopo di formulare una proposta commerciale ed è stata redatta sulla base delle informazioni fornite dalla committenza in formato cartaceo o digitale.

Il Cliente è dunque tenuto prima dell'ordine ad effettuare in proprio un progetto illuminotecnico ed a verificare la rispondenza dello stesso alle normative vigenti. Le aziende da noi rappresentate non si assumono alcuna responsabilità.

Coefficienti di riflessione delle superfici e dimensioni dei locali sono visibili negli output delle verifiche e vanno controllati dalla D.L.

I layout ivi contenuti non sono di carattere esecutivo, ma preliminare. La presenza di travi, bocchette d'aria, isolanti e qualsiasi altro elemento possa pregiudicare l'installazione e la resa dei prodotti vanno verificati dalla D.L. e comunicati.

In particolar modo vanno verificate le dimensioni dei fori ed i volumi minimi d'aria per la dissipazione termica come da schede. Le quantità dei prodotti ed i prezzi di listino presenti nella distinta materiale sono indicativi e non vincolanti.

I seguenti valori si basano su calcoli esatti di lampade e punti luce tarati e sulla loro disposizione. Nella realtà potranno verificarsi differenze graduali. Resta escluso qualunque diritto di garanzia per i dati dei punti luce. Il produttore non si assume alcuna responsabilità per danni anche parziali derivanti all'utente o a terzi.

Oggetto : MENSA_ MORETTA
Impianto :
Numero progetto :
Data : 23.03.2017

Dati punti luce

Eral S.r.l. (v12.16), High Opal Suspension 1200mm Cri80 (97809N00)

Pagina dati

Marca: Eral S.r.l. (v12.16)

97809N00 High Opal Suspension 1200mm Cri80

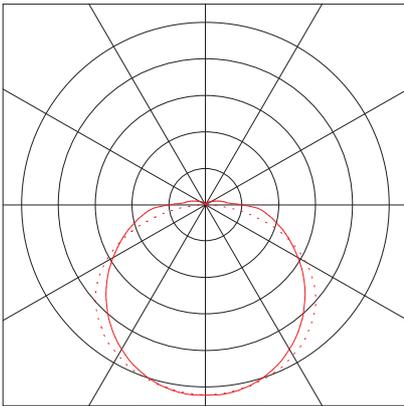
Dati punti luce

Rendimento punto luce : 100%
Rendimento punto luce : 124 lm/W
Classificazione : A31 ↓94.9% ↑5.1%
CIE Flux Codes : 39 69 89 95 100
UGR 4H 8H : 29.8 / 28.2
Potenza : 22 W
Flusso luminoso : 2728 lm

Sorgenti:

Quantità : 1
Nome : Led SDM Cri80
Temp. Di Colore : 4000
Flusso luminoso : 2728 lm
Resa cromatica : 0

Dimensioni : 1182 mm x 30 mm x 30 mm

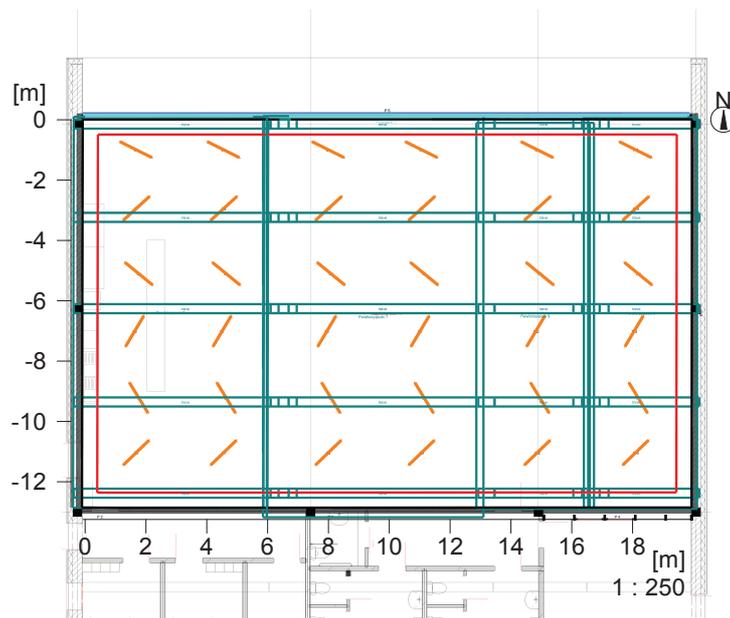


Oggetto : MENSA_ MORETTA
 Impianto :
 Numero progetto :
 Data : 23.03.2017

mensa

Descrizione, mensa

Pianta

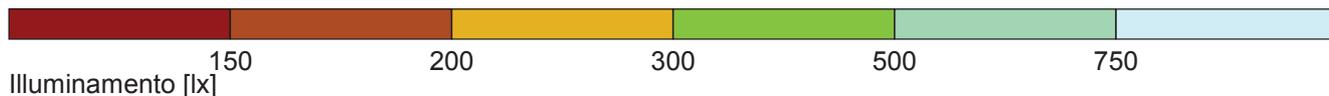
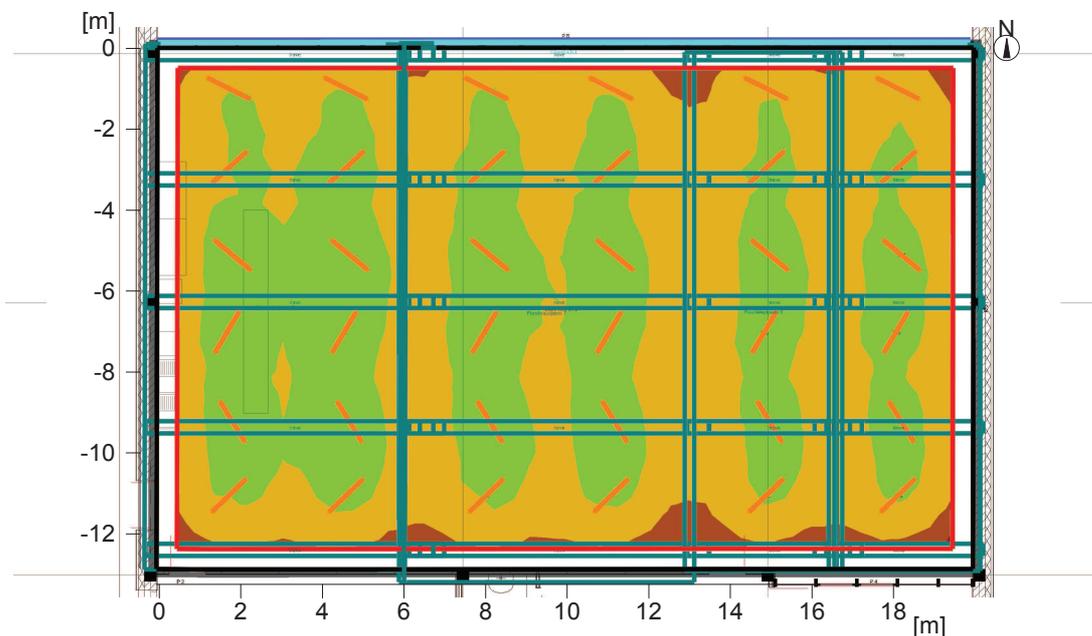


Parete	x	y	Lunghezza	Grado di riflessione
1	18.66 m	14.76 m	12.84 m	80.0 %
2	19.84 m	14.75 m	1.18 m	80.0 %
3	33.79 m	14.76 m	13.95 m	80.0 %
4	38.66 m	14.76 m	4.87 m	80.0 %
5	38.68 m	27.60 m	12.84 m	80.0 %
6	18.69 m	27.60 m	19.99 m	40.0 %
Suol				30.0 %
Soffitto				80.0 %
Altezza interno		6.80 m		
Altezza superficie utile		0.75 m		

mensa

Riepilogo, mensa

Panoramica risultato, Area di valutazione 1



Generale

Algoritmo di calcolo utilizzato:	Percentuale indiretta media
Altezza piano punti luce	2.50 m
Fattore di manut.	0.80

Flusso luminoso di tutte le lampade	98208 lm
Potenza totale	792.0 W
Potenza totale per superficie (256.82 m ²)	3.08 W/m ² (1.05 W/m ² /100lx)

Area di valutazione 1

Superficie utile 1.1

	Orizzontale
Em	293 lx
Emin	207 lx
Emin/Eav (Uo)	0.71
Emin/Emax (Ud)	0.58
UGR (10.0H 15.6H)	<=32.2
Posizione	0.75 m

Superfici principali

	Em	Uo
M 1.6 (Soffitto)	0 lx	---
M 1.1 (Parete)	89 lx	---
M 1.2 (Parete)	83 lx	---
M 1.3 (Parete)	71 lx	---
M 1.4 (Parete)	70 lx	---
M 1.5 (Parete)	97 lx	---

Oggetto : MENSA _ MORETTA
Impianto :
Numero progetto :
Data : 23.03.2017



mensa

Riepilogo, mensa

Panoramica risultato, Area di valutazione 1

Tipo Num. Marca

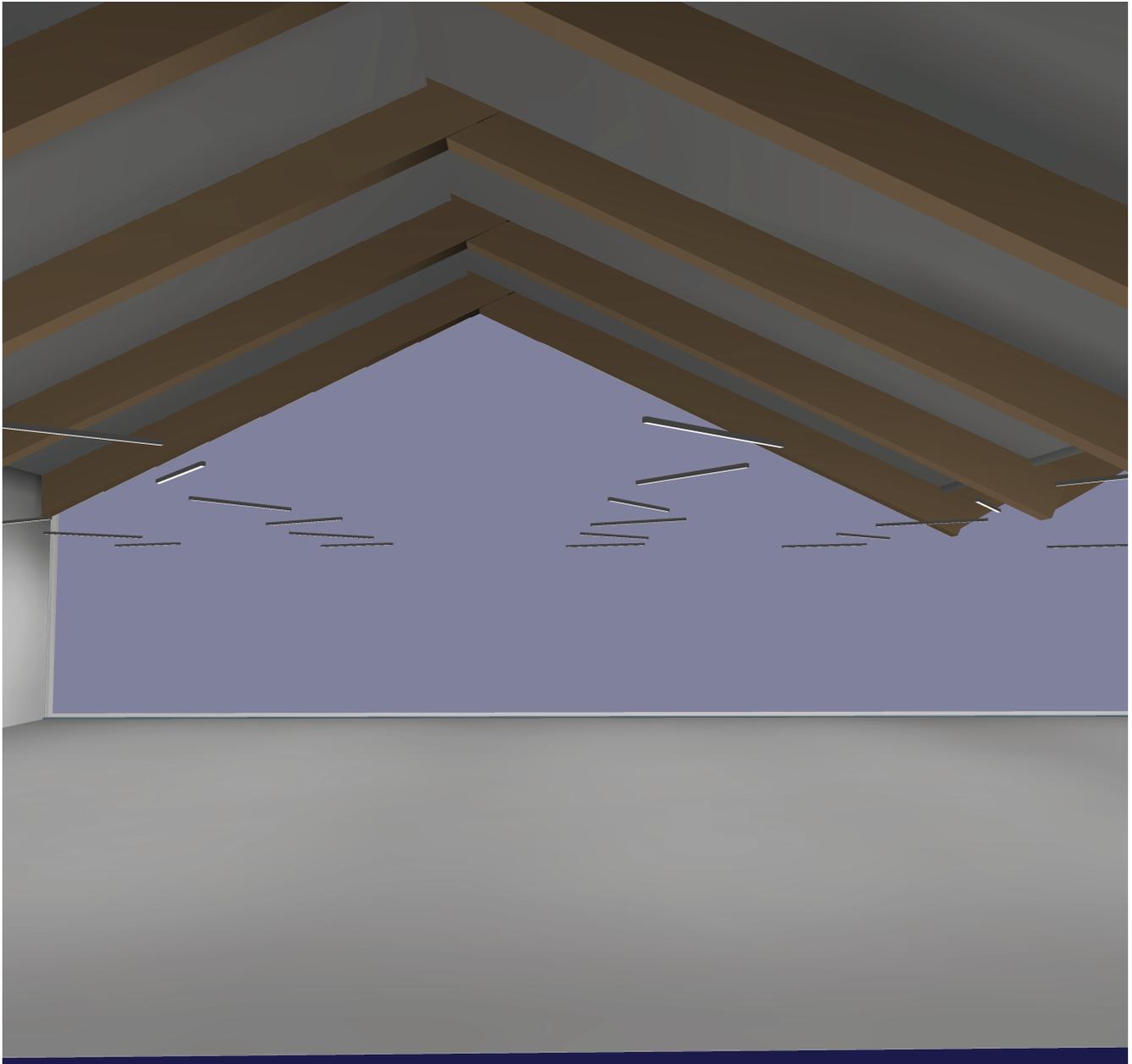
		Eral S.r.l. (v12.16)	
5	36	Codice	: 97809N00
		Nome punto luce	: High Opal Suspension 1200mm Cri80
		Sorgenti	: 1 x Led SDM Cri80 / 2728 lm

Oggetto : MENSA _ MORETTA
Impianto :
Numero progetto :
Data : 23.03.2017

mensa

Risultati calcolo, mensa

Luminanza 3D Vista 2



Luminanza nella scena

Minimo: : 0 cd/m²

Massimo: : 50.6 cd/m²

Oggetto : MENSA_ MORETTA
Impianto :
Numero progetto :
Data : 23.03.2017

Risultati calcolo, mensa

Luminanza 3D Vista 1



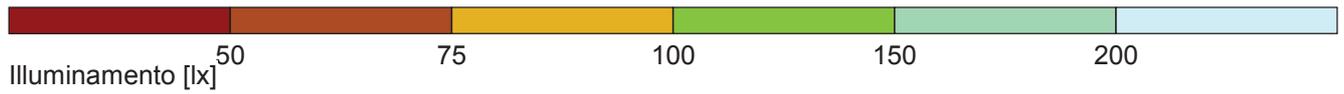
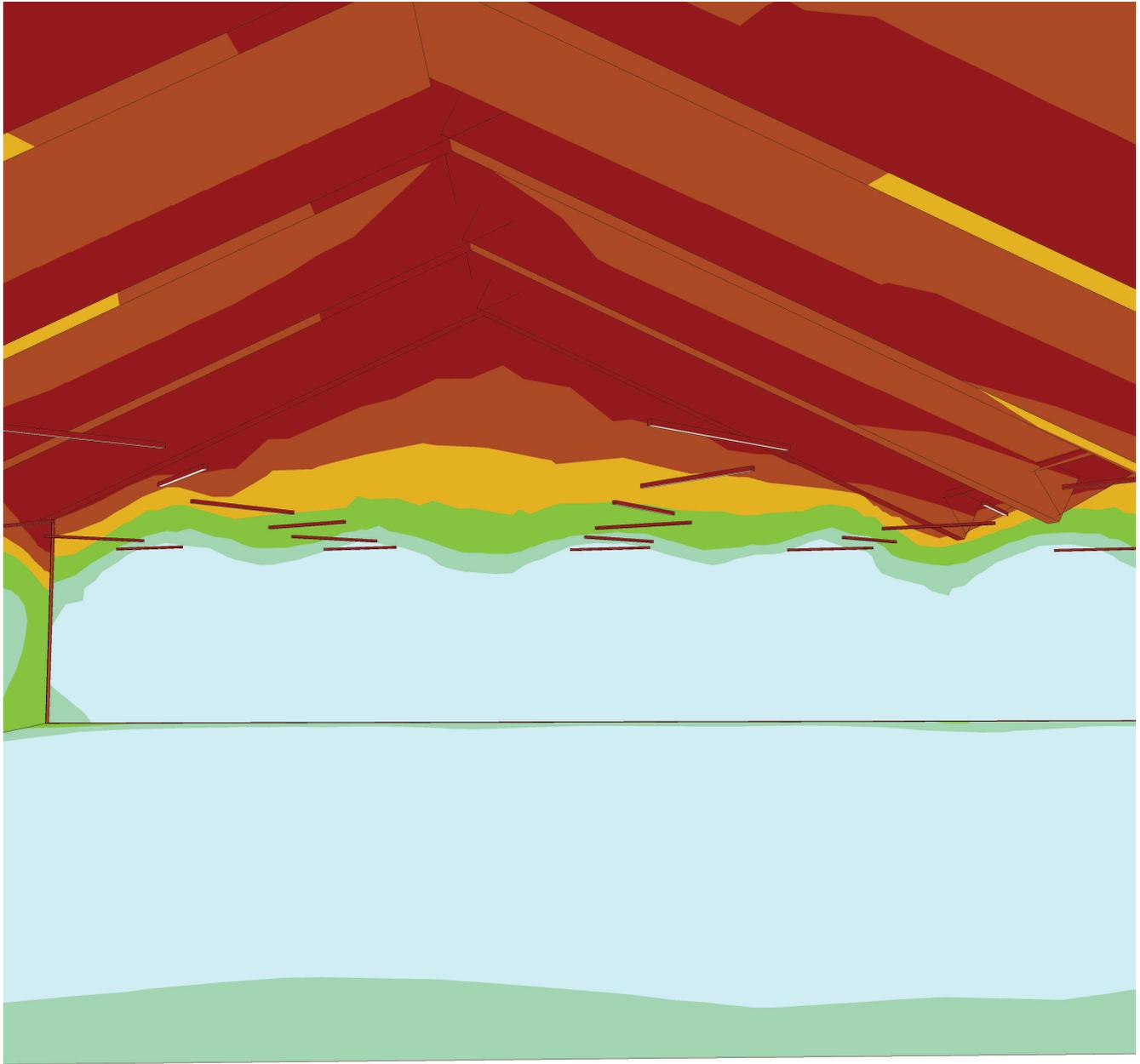
Luminanza nella scena

Minimo: : 0 cd/m²

Massimo: : 50.6 cd/m²

Risultati calcolo, mensa

Colori falsati 3D, Vista 2 (E)



Risultati calcolo, mensa

Colori falsati 3D, Vista 1 (E)

