



COMUNE DI JOLANDA DI SAVOIA

PROVINCIA DI FERRARA

FUTURA**LA SCUOLA
PER L'ITALIA DI DOMANI**

PNRR "Finanziato dall'Unione
europea – NextGenerationEU"
M4C1 I 1.2

Lavori di adeguamento normativo e manutenzione
straordinaria della Mensa dell'Istituto Don Chendi
di Jolanda di Savoia



PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

CUP: C98H22000100007

Elaborato

8-RCEL

PROGETTO ELETTRICO

Data 05/23_rev.1

Scala

Oggetto Elaborato:

Relazione di Calcolo impianti elettrici

Il Responsabile Unico del Procedimento

Dott. Ing. Luca Zannicolò

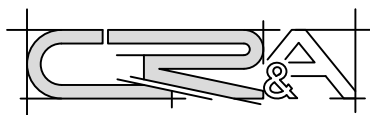
Progettista:

Ing. Ottavia Vitarelli

Gruppo di lavoro:

Ing. Marco Roversi

Ing. Alessio Colombi



Ing.A.Colombi Ing.M.Roversi Ing.O.Vitarelli
Colombi Roversi & Associati
Studio di Ingegneria
Via Piangipane, 141 int.6
44121 FERRARA

INDICE

- 1 - Criteri di dimensionamento degli impianti elettrici
- 2 - Dimensionamento delle condutture
- 3 - Calcolo delle correnti di corto circuito
- 4 - Scelta degli apparecchi di manovra e protezione
- 5 - Dimensionamento del conduttore di protezione e di neutro
- 6 - Adeguamento impianto elettrico della mensa scolastica dell'Istituto Don Chendi
- 7 - Schede calcoli rete b.t.
- 8 - Calcoli Illuminotecnici

1 - CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Nella fase iniziale dello studio di un impianto elettrico è necessario considerare una serie di elementi ed informazioni essenziali per il calcolo ed il dimensionamento delle reti.

Gli elementi da considerare in tale studio sono i seguenti:

- dati relativi alla tipologia dell'impianto e sua classificazione (impianto elettrico in edifici residenziali, industriali, in luoghi di pubblico spettacolo, in locali adibiti ad uso medico, nei luoghi con pericolo di esplosione e di incendio, ecc.) in modo da individuare in modo univoco tutte le norme di riferimento per la progettazione e futura realizzazione dell'impianto;
- dati relativi alle utenze da alimentare: potenza, tensione, cicli, contemporaneità di funzionamento, loro dislocazione sulla planimetria nell'area considerata;
- dati relativi alle sorgenti di alimentazione dell'energia elettrica: tensione nominale, frequenza, potenza di cortocircuito nel punto di consegna, ecc.;
- dati relativi alle condizioni ambientali del luogo in cui verrà realizzato l'impianto;
- specifiche esigenze nei riguardi soprattutto di affidabilità, continuità di servizio, qualità dell'alimentazione.

Per definire i componenti principali di un impianto elettrico (cavo / interruttore) devono essere seguiti i criteri operativi sotto elencati:

- Censimento e disposizione topografica dei carichi.

Questa prima analisi permette di:

- * identificare i coefficienti di utilizzazione e di contemporaneità dei carichi;
- * determinare la potenza che le condutture devono trasportare;
- * calcolare la corrente di impiego delle condutture (I_B);

- Determinazione della corrente nominale (I_n) o di regolazione (I_r) del dispositivo di protezione in modo che:

- * consenta al carico di essere alimentato permanentemente;
- * sia insensibile alle correnti di inserzione;

- Determinazione del potere di interruzione (I_{cu}) del dispositivo di protezione che deve essere in grado di interrompere la corrente di cortocircuito presunta ($I_{CC_{max}}$) nel punto in cui viene installato;

- Scelta dello sganciatore compatibilmente con le esigenze di continuità di servizio e di sicurezza dell'impianto e delle persone;

- Determinazione della portata minima del cavo;

- Determinazione della sezione del conduttore di fase e della relativa (I_z) in funzione:

- * della modalità di posa
- * delle caratteristiche costruttive del cavo
- * della caduta di tensione ammessa ($\Delta U\%$);

- Verifica della protezione contro sovraccarichi e cortocircuiti confrontando le grandezze caratteristiche del dispositivo di protezione (corrente nominale I_n/r ed energia specifica passante $I^2 t$) con quelle del cavo (rispettivamente portata I_z ed energia specifica ammissibile ($K^2 S^2$));

- Verifica della protezione contro i cortocircuiti a fondo linea. Il confronto tra la corrente di cortocircuito minima a fondo linea ($I_{CC_{min}}$) e la soglia di intervento istantanea I_m è necessaria solo in presenza di sganciatore solo magnetico o termico sovradimensionato (ad esempio circuiti di sicurezza);

- Verifica della protezione contro i contatti indiretti confrontando le caratteristiche di intervento del dispositivo di protezione (soglie di intervento istantaneo I_m o differenziale $I_{\Delta n}$ e tempi totale di interruzione) con:

- * le prescrizioni normative in funzione del tipo di impianto (TT, TN e IT) e delle condizioni di installazione
- * le caratteristiche del circuito di guasto verso terra.

2 - DIMENSIONAMENTO DELLE CONDUTTURE

2.1 - Calcolo della corrente di impiego

Negli impianti utilizzatori destinati sia ad impieghi civili che industriali le correnti assorbite sono molto variabili sia per le diverse condizioni di carico dei singoli utilizzatori che per la non simultaneità di funzionamento degli stessi.

Per un corretto dimensionamento delle condutture e per la scelta ed il coordinamento degli apparecchi di manovra e protezione bisogna valutare la "corrente d'impiego" (I_b) cioè la corrente che la linea è destinata a trasportare per soddisfare le necessità dei carichi.

La norma 64-8 art. 25.4 definisce la corrente I_b nel modo seguente: "valore della corrente da prendere in considerazione per la determinazione delle caratteristiche degli elementi di un circuito. In regime permanente la corrente d'impiego corrisponde alla più grande potenza trasportata dal circuito in servizio ordinario tenendo conto dei fattori di utilizzazione e di contemporaneità. In regime variabile si considera la corrente termicamente equivalente, che in regime continuo porterebbe gli elementi del circuito alla stessa temperatura".

Il regime "permanente" si ha quando gli elementi che costituiscono il circuito hanno raggiunto una condizione di equilibrio termico. Il concetto di "permanente" fa dunque riferimento alla costante di tempo termica dei singoli elementi conduttori.

Tale costante, per i cavi, può variare indicativamente dal minuto alle ore, passando dalle sezioni minori alle maggiori; se invece la corrente di carico è variabile periodicamente si considera la corrente termica equivalente:

$$I_b = \sqrt{1/T \int_0^T i^2 dt}$$

dove l'intervallo di integrazione T deve essere stabilito in base ad una attenta analisi della corrente negli intervalli di tempo ove essa presenta i valori più alti. L'elemento discriminante per queste valutazioni è la minore costante di tempo termica fra quelle degli elementi costituenti il circuito; in generale si tratta delle condutture, ma non può escludersi che altri elementi risultino più critici a questo riguardo. Si noti che la norma fa infatti riferimento genericamente agli "elementi" del circuito.

Al fine di determinare la corrente d'impiego si opera nel modo seguente:

a) linee terminali

- potenza del carico $[P_c]$
- fattore di potenza del carico $[\cos(\Phi_c)]$
- coefficiente di utilizzazione $[K_u]$

In base ad essi viene ricavato il valore I_b attraverso la formula:

$$I_b = \frac{K_u \cdot P_c}{c \cdot V_n \cdot \cos\Phi}$$

$c = \sqrt{3}$ per sistemi trifase

$c = 1$ per sistemi monofase

b) linee di distribuzione

In questo caso il valore di corrente di impiego viene calcolato come somma vettoriale delle correnti circolanti nelle linee derivate da quella in esame (si procede cioè da valle verso monte); se viene introdotto un determinato coefficiente di contemporaneità, la corrente circolante in ciascuna fase e nell'eventuale neutro di ogni linea si ricava mediante la formula:

$$I_b = K_C \cdot \Sigma [I_{\text{linee derivate}}]$$

Una volta ricavata la I_b si deve determinare quale è la sezione ottimale del cavo per trasmettere tale corrente. Questa grandezza dipende da tre differenti fenomeni fisici presenti nella conduttura:

- termico (il cavo si scalda per effetto joule a causa della corrente che lo attraversa)
- elettrico (si ha una caduta di tensione nel cavo dipendente dall'impedenza dello stesso e dalla corrente I_b)
- meccanico (i cavi sono sottoposti durante l'installazione a sforzi di trazione e flessione)

Tali fenomeni vengono analizzati nei paragrafi successivi.

2.2 - Calcolo della portata in funzione della corrente d'impiego

La relazione fondamentale da soddisfare per la scelta corretta della conduttura dal punto di vista termico è:

$$I_b \leq I_z$$

dove I_z è la portata della conduttura definitiva come: "massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la temperatura superi un valore specificato" [64-8 art. 25.5].

Tale relazione nasce dalla considerazione che ciascun tipo di isolante è caratterizzato da una temperatura massima di esercizio che non può essere superata durante le normali condizioni di funzionamento, previa riduzione di vita del materiale.

Diventa perciò di fondamentale importanza lo studio del legame esistente tra la corrente che si stabilisce in un conduttore e la temperatura di regime che esso assume quando il sistema è in equilibrio termico. Quando il cavo viene attraversato da una generica ma costante corrente dopo una fase transitoria in cui parte del calore prodotto per effetto Joule nella resistenza del conduttore viene immagazzinato nel cavo con conseguente riscaldamento dello stesso, si ha una successiva condizione di regime termico nella quale la temperatura si mantiene costante e il calore prodotto viene interamente dissipato nell'ambiente.

Da tali considerazioni discende che, nota la temperatura massima assimilabile in regime permanente per un certo tipo di isolante, si determina quale sia la potenza massima dissipabile (RI^2) e da questa il valore di corrente sopportabile dal cavo, cioè la sua portata.

Lo studio del fenomeno fisico ora esposto risulta in realtà molto complesso poiché il valore della portata risulta influenzato, pur a parità di sezione e isolante, da altri fattori quali:

- a) tipo di posa del cavo (da cui dipende il valore di conduttanza termica che regola lo scambio di calore con l'ambiente); ad esempio un cavo in tubo o canale posato in cunicolo chiuso riesce a smaltire meno calore di quanto non faccia lo stesso cavo se posato in tubo o canale interrato e perciò a parità di corrente si porterà a temperatura maggiore (o, per meglio dire, a parità di temperatura massima deve essere attraversato da una corrente minore);
- b) temperatura ambiente (tanto più essa è elevata, tanto minore è la corrente che può attraversare un conduttore);
- c) presenza di altri conduttori nelle vicinanze (se altri cavi percorsi da corrente sono posti vicini al conduttore in esame la temperatura di quest'ultimo ne è ovviamente influenzata).

Per determinare la portata della conduttura in funzione del tipo di isolante, del tipo di posa, della temperatura ambiente, ecc., si considerano le tabelle riportate dalla norma CEI 64-8 e più precisamente:

Tabella 52A - "Scelta dei conduttori e dei cavi in funzione dei tipi di posa"

Tabella 52B - "Messa in opera delle condutture"

Tabella 52C - "Esempi di condutture"

Tabella 52D - "Massime temperature di esercizio"

Tabella 52E - "Sezioni minime dei conduttori"

2.3 - Calcolo della caduta di tensione

Per un corretto impiego degli utilizzatori è necessario che essi funzionino al valore di tensione nominale per la quale sono previsti. Per tale motivo si deve verificare che la caduta di tensione lungo la linea non assuma valori troppo elevati. I limiti di variazione della tensione sono diversi a seconda del tipo di impianto realizzato e della natura del carico alimentato. Si ricorda inoltre che per macchine sottoposte ad avviamenti che danno luogo ad elevate correnti di spunto, la caduta di tensione sull'utilizzatore deve essere mantenuta entro valori compatibili con il buon funzionamento della macchina anche durante l'avviamento.

La norma CEI 64-8 raccomanda una caduta di tensione tra l'origine dell'impianto elettrico e qualunque apparecchio utilizzatore non superiore in pratica al 4% della tensione nominale dell'impianto.

In un impianto di forza motrice una caduta di tensione superiore al 4% può provocare:

- un cattivo funzionamento delle utenze più sensibili;
- difficoltà di avviamento dei motori;
- perdite in linea e quindi mancanza di ottimizzazione dell'impianto di trasmissione dell'energia elettrica.

Il valore della caduta di tensione (V) può essere determinato mediante la seguente formula:

$$\Delta U = K \cdot I_B \cdot L (r \cos\Phi + x \sin\Phi)$$

ed in percentuale:

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U_n} \cdot 100$$

dove:

I è la corrente nel conduttore (A);

K è un fattore di tensione pari a 2 nei sistemi monofase e bifase e $\sqrt{3}$ nei sistemi trifase

L è la lunghezza del conduttore (Km)

r è la resistenza di un chilometro di conduttore (Ω/Km);

x è la reattanza di un chilometro di conduttore (Ω/Km);

Un è la tensione nominale dell'impianto;

$\cos\Phi$ è il fattore di potenza del carico.

Per la resistenza e reattanza specifica dei cavi unificati vengono considerati i valori riportati dalle Tabelle UNEL 35023-70.

3 - CALCOLO DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

3.1 - Generalità

Il corto circuito si verifica quando due punti di un circuito elettrico, fra i quali esiste una differenza di potenziale, vengono in contatto. Il corto circuito è l'evento in grado di originare le maggiori sollecitazioni di tipo termico e dinamico e di conseguenza deve essere interrotto nel più breve tempo possibile.

Le sollecitazioni termiche dipendono dall'energia sviluppata dalla corrente di corto circuito nell'elemento considerato e determinano, oltre ad una riduzione di vita dei materiali isolanti, vari fenomeni dannosi quali rammollimento dei materiali termoplastici, fragilità dei materiali termoindurenti, fusione di saldature dolci, ecc.

Le sollecitazioni dinamiche dipendono prevalentemente dal valore di cresta della prima onda di corrente ed in maniera minore dalle successive; esse sottopongono i conduttori a forze di

repulsione ed attrazione.

Per scegliere in modo appropriato le apparecchiature di protezione si deve determinare correttamente l'entità delle correnti di corto circuito nei vari punti dell'impianto e nelle condizioni più sfavorevoli di guasto. Tale analisi va effettuata per le situazioni estreme, corrispondenti rispettivamente al calcolo della corrente di corto circuito massima nel punto di origine di ogni conduttura e quella minima al suo termine (in corrispondenza dei morsetti di collegamento al successivo elemento della rete o dei morsetti di collegamento al carico).

La corrente di corto circuito massima in un sistema trifase si ha per corto circuito trifase nel punto di origine della conduttura; la sua conoscenza è indispensabile per stabilire il potere di interruzione del dispositivo di protezione. La corrente di corto circuito minima si ha per guasto fase-fase o fase-neutro (se il neutro è distribuito) o per guasto fase-massa nel punto della conduttura più lontano dall'origine: la sua conoscenza è richiesta per la verifica del corretto intervento delle protezioni in corrispondenza di tali valori di corrente.

Relativamente alla corrente di corto circuito minima si rammenta che la norma 64-8 si limita a considerare il caso di guasto franco, cioè con impedenza del guasto trascurabile; ciò è giustificato dall'esigenza normativa di considerare situazioni ben individuabili. Quando si verificano guasti non franchi (ad esempio in presenza di arco elettrico o per guasti che interessano parte degli avvolgimenti di macchine elettriche) la corrente di corto circuito può essere inferiore a quella precedentemente citata, ma non è possibile determinarne a priori il valore essendo sconosciuta l'impedenza di guasto. La conduttura è comunque protetta contro tale tipo di guasto se è presente anche la protezione da sovraccarico.

L'andamento della corrente di corto circuito negli istanti immediatamente successivi al corto circuito è costituito dalla sommatoria di due termini:

- una componente simmetrica ad andamento sinusoidale che rappresenta la condizione di funzionamento a regime;
- una componente unidirezionale transitoria il cui andamento dipende dal fattore di potenza del circuito e dall'istante in cui avviene il guasto.

Ai fini della protezione dai corto circuiti in bassa tensione non si deve tener conto del valore di picco della corrente di corto circuito (cioè dell'andamento transitorio) perchè il potere di interruzione degli interruttori sono basati sulla componente simmetrica.

3.3 - Sistema TT

3.3.1 - Impedenza della rete a monte del punto di consegna

Nel caso di sistema TT non si ha una propria cabina di trasformazione ma il punto di fornitura dell'energia elettrica avviene in bassa tensione.

Dal valore $I_{cco\ tr}$, fornito dall'ente erogatore di energia elettrica, si ricava l'impedenza totale a monte della rete a monte del punto di consegna:

$$Z_{of} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times I_{cco\ tr}} \quad [\Omega]$$

Per poter ripartire tale impedenza nelle sue componenti resistiva e reattiva è necessario conoscere anche il fattore di sfasamento nel punto di origine in caso di corto circuito ($\cos\Phi_{cco}$):

$$R_{of} = Z_{of} \times (\cos\Phi_{cco}) \quad [\Omega]$$

$$X_{of} = Z_{of} \times (\sin\Phi_{cco}) \quad [\Omega]$$

$I_{cco} \text{ (KA)}$	$\cos\Phi_{cco}$
$I \leq 4.5$	0.8
$4.5 < I \leq 6$	0.7
$6 < I \leq 10$	0.5
$10 < I \leq 20$	0.3
$20 < I$	0.25

Dal valore I_{cco} f-n si ricava l'impedenza del neutro a monte del punto di consegna. Tale valore è necessario per effettuare il calcolo della corrente di corto circuito in caso di guasto fase-neutro in un punto qualunque del sistema TT:

$$Z_{oof} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times I_{cco \text{ f-n}}} \quad [\Omega]$$

Z_{oof} = somma delle impedenze di fase e di neutro a monte del punto di consegna

Assumendo un fattore di sfasamento determinato attraverso la tabella sopra riportata, si ricavano le componenti resistive e reattive della Z_{oof} :

$$R_{ofn} = Z_{ofn} \times (\cos\Phi_{cco}) \quad [\Omega]$$

$$X_{ofn} = Z_{ofn} \times (\sin\Phi_{cco}) \quad [\Omega]$$

Il valore della resistenza e della reattanza del neutro sono ricavabili come differenza:

$$R_{on} = R_{ofn} - R_{of} \quad [\Omega]$$

$$X_{on} = X_{ofn} - X_{of} \quad [\Omega]$$

A questo punto il calcolo delle correnti procede come per il sistema TN considerando oltre alle impedenze Z_{on} e Z_{ofn} , l'impedenza Z_1 della linea di distribuzione (paragrafo 3.2.3).

3.3.2 - Correnti di corto circuito

La determinazione delle correnti di corto circuito nei sistemi TT si ottiene mediante le seguenti formule:

corto circuito trifase

$$I_{cc \text{ tr}} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_{of}+R_1)^2+(X_{of}+X_t+X_1)^2}} \quad [A]$$

corto circuito fase-fase

$$I_{cc \text{ f-f}} = \frac{V_n}{2 \times \sqrt{(R_{of}+R_1)^2+(X_{of}+X_1)^2}} \quad [A]$$

corto circuito fase-neutro

$$I_{cc \text{ f-n}} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_{ofn}+R_n+R_1)^2+(X_{ofn}+X_n+X_1)^2}} \quad [A]$$

4 - SCELTA DEGLI APPARECCHI DI MANOVRA E PROTEZIONE

4.1 - Generalità

La scelta dei dispositivi di protezione, rivestendo questi un ruolo fondamentale per la sicurezza dell'impianto, degli utilizzatori e delle persone, costituisce un'altra fase fondamentale per la corretta progettazione di un impianto elettrico.

Nei paragrafi successivi vengono esaminate le relazioni fondamentali da soddisfare per garantire la protezione dai sovraccarichi, dai cortocircuiti e dai contatti indiretti.

4.2 - Protezione dai sovraccarichi

Si è analizzato, nei paragrafi precedenti, come il criterio base per il dimensionamento di una conduttura sia correlato al legame esistente tra la temperatura di esercizio del cavo e il decadimento nel tempo del materiale isolante; qualsiasi condizione di funzionamento che comporti un passaggio di corrente di valore superiore alla portata del cavo (I_z) ha come conseguenza una sovratemperatura rispetto alla temperatura massima consentita in servizio permanente e quindi determina una riduzione della vita del cavo. Il problema della protezione dai sovraccarichi delle condutture è quindi, per gli impianti elettrici in bassa tensione, essenzialmente un problema termico: si devono limitare le correnti in modo tale che il cavo non raggiunga, per effetto Joule, temperature tanto elevate da compromettere l'integrità e la durata dell'isolante; il danno che l'isolante può subire non dipende ovviamente solo dalle temperature raggiunte ma anche e soprattutto dalla durata della sollecitazione termica.

Per corrente di sovraccarico di una conduttura si intende qualsiasi corrente che risponda ai due seguenti requisiti:

- percorrere un circuito elettricamente sano;

- supera il valore della portata I_z della conduttura considerata.

All'art. 433.1 della norma 64-8 si afferma che "devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circostante le condutture".

Poiché la corrente di sovraccarico può essere originata da cause diverse è necessario distinguere in:

- corrente di sovraccarico di natura "funzionale" prevista nell'ambito dell'esercizio ordinario dell'impianto (ad esempio avviamento di motori);
- corrente di sovraccarico di natura "anomala" dovuta ad irregolari funzionamenti del sistema elettrico (variazioni nella tensione di alimentazione che perdurano nel tempo, inserimento contemporaneo di troppi carichi, motori con rotore bloccato, ecc.).

Mentre la prima deve essere sopportata dalla conduttura senza provocare l'intervento delle protezioni, la seconda deve essere necessariamente interrotta se supera determinati valori di intensità e durata.

4.2.1 - Scelta del dispositivo di protezione

Le due condizioni fondamentali per una corretta scelta del dispositivo di protezione dal sovraccarico sono [64-8 art. 433.2]:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_f \leq 1.45 \cdot I_z \quad (2)$$

In tali relazioni compaiono, oltre alla corrente di impiego (paragrafo 2.2) e alla portata della conduttura (paragrafo 2.3), la corrente nominale (I_n) e la corrente di intervento (I_f) del dispositivo di protezione [corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite].

La relazione (1) è formata da tre disequazioni:

- a) la portata della conduttura deve essere maggiore o quanto meno uguale alla corrente d'impiego; si è già visto al par. 2.3 sul dimensionamento dei cavi come la relazione fondamentale da soddisfare sia:

$$I_b \leq I_z$$

- b) il dispositivo posto a protezione della linea deve avere una corrente nominale tale da lasciar passare permanentemente la corrente di normale funzionamento dei carichi:

$$I_b \leq I_n$$

- c) la terza relazione deriva dalla considerazione che l'apparecchio di protezione deve interrompere le eventuali correnti superiori alla portata del cavo, cioè:

$$I_n \leq I_z$$

e pertanto ne deriva che la scelta dell'interruttore automatico può essere fatta soddisfacendo solo la relazione (1) in quanto al (2) risulta automaticamente vera.

4.3 - Protezione dai corto circuiti

Negli impianti elettrici "devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni" [64-8 art. 434.1].

Il cortocircuito va interrotto in tempi brevissimi, normalmente dell'ordine di qualche centesimo di secondo, durante i quali sono ammesse delle temperature maggiori di quelle consentite nelle normali condizioni di esercizio (in caso di corto circuito si ammette una temperatura massima di

160° C per cavi in P.V.C. e di 250°C per cavi in E.P.R.).

4.3.1 - Scelta del dispositivo di protezione

I dispositivi idonei alla protezione contro i corto circuiti devono rispondere alle seguenti condizioni (64-8 art. 434.2):

a) avere un potere di interruzione (P_c) non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione ($I_{cc\ max}$). E' tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi.

$$I_{cc\ max} \leq P_c \quad (1)$$

b) Intervenire in modo tale che tutte le correnti provocate da un corto circuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito siano introdotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura massima ammissibile. Al fine di verificare tale condizione è necessario soddisfare, per ogni valore possibile di corto circuito, la seguente condizione:

$$(I^2t) \leq K^2S^2 \quad (2)$$

il termine (I^2t) è l'energia specifica lasciata passare dal dispositivo di interruzione (integrale di Joule) e corrisponde all'integrale rispetto al tempo del quadrato del valore istantaneo della corrente, valutato in un opportuno intervallo di tempo che si estende dall'istante in cui si stabilisce la sovracorrente sino alla sua interruzione:

$$(I^2t) = \int_0^t i^2 dt$$

Per le considerazioni in oggetto, fissate determinate condizioni di funzionamento, ciò che interessa conoscere è la curva che fornisce i valori massimi di (I^2t) in funzione della corrente di corto circuito presunta.

L'energia specifica è una grandezza introdotta dalle norme per valutare l'entità dell'energia termica specifica lasciata passare dal dispositivo di protezione durante il corto circuito. Dimensionalmente non è una grandezza fisicamente indicativa (A^2s) ma lo diventa quanto è moltiplicata per la resistenza dell'elemento interessato, determinando così l'energia sviluppata dalla corrente di corto circuito all'interno di esso.

Per i corto circuiti di durata compresa tra 0.1 s e 5 il valore di (I^2t) si può ottenere assumendo per la I il valore in ampere della corrente di corto circuito e per t la durata, in secondi, del corto circuito stesso; per durate molto brevi ($< 0.1s$) dove l'asimmetria della corrente è notevole, e per dispositivi di protezione limitatori di corrente, il valore di (I^2t) lasciato passare deve essere indicato dal costruttore del dispositivo di protezione.

Il termine K^2S^2 rappresenta il massimo valore di energia specifica che il cavo è in grado di sopportare, supponendo un funzionamento adiabatico. Tale valore, moltiplicato per la resistenza del conduttore, determina il calore che, dissipato per effetto joule nel conduttore, porta il cavo alla massima temperatura ammissibile in caso di corto circuito (pari a 70°C per cavi con isolamento in p.v.c. e a 90°C per cavi in EPR).

E' importante osservare che il termine K^2S^2 risulta essere indipendente dal tipo di posa del cavo in quanto, non avendo considerato lo scambio termico con l'ambiente (funzionamento adiabatico), è influente la conoscenza del valore di conduttività termica tra conduttura e ambiente circostante.

La formula (2) esprime chiaramente che se l'integrale di Joule lasciato passare dal dispositivo di

protezione non supera il valore K^2S^2 ammesso dal conduttore la protezione è assicurata in quanto la temperatura del cavo si mantiene inferiore al massimo valore ammissibile.

Il termine K^2S^2 risulta composto da due termini:

- S sezione del conduttore (mmq)
- K coefficiente che tiene conto del materiale conduttore e delle caratteristiche termiche dell'isolante; è funzione di vari parametri quali:
 - * calore specifico medio del materiale conduttore;
 - * resistività del materiale conduttore;
 - * temperatura iniziale e finale del conduttore.

La norma 64-8 riporta i valori da assumere per il coefficiente K per i vari tipi di cavo, essi sono:

- 115 per i cavi in rame isolati in p.v.c.
- 143 per i cavi in rame isolati in e.p.r.
- 76 per i cavi in alluminio isolati in p.v.c.
- 94 per i cavi in alluminio isolati in e.p.r.

4.4 - Protezione dai contatti indiretti

La protezione contro i contatti indiretti consiste nel prendere le misure intese a proteggere le persone contro i pericoli risultanti dal contatto con parti conduttrici che possono andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale.

I metodi di protezione contro i contatti indiretti sono classificati come segue:

- a) protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione;
- b) protezione senza interruzione automatica del circuito (doppio isolamento, separazione elettrica, locali isolati, locali equipotenziali);
- c) alimentazione a bassissima tensione.

4.4.1 - Sistema TT

La norma CEI 64-8 art. 413.1.4 nel caso di sistemi TT prevede che per attuare la protezione dai contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione, deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_A \times I_a \leq 50 \text{ V} \quad (1)$$

dove:

R_A è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;

I_a è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere;

50 V è la tensione limite di guasto verso terra in c.a..

Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I_a è la corrente nominale differenziale I_{an} . Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, esso deve essere:

- un dispositivo avente una caratteristica di funzionamento a tempo inverso, ed in questo caso I_a deve essere la corrente che ne provoca il funzionamento automatico entro 5 s, oppure,
- un dispositivo con una caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo ed in questo caso I_a deve essere la corrente nominale che ne provoca lo scatto istantaneo.

4.4.2 - Sistema TN

La norma CEI 64-8 art. 413.1.3 nel caso dei sistemi TN, per attuare la protezione dai contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione, prevede che le caratteristiche dei dispositivi di protezione e le impedenze dei circuiti siano tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore

di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

dove:

Z_s è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;

U_0 è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra;

I_a è il valore, in ampere, della corrente che provoca l'intervento del dispositivo di protezione, entro il tempo di seguito definito.

a) Correnti terminali che alimentano (tramite o senza prese a spina), componenti elettrici mobili, portatili o trasportabili. I termini massimi di interruzione sono definiti dalla tabella seguente:

U ₀ (V)	Tempo di interruzione (s)
120	0.8
230	0.4
400	0.2
> 400	0.1

b) Correnti di distribuzione: il tempo massimo di interruzione è di 5 s;

c) Correnti terminali che alimentano componenti elettrici fissi. Il tempo massimo di interruzione è di 5 s a condizione che, se altri circuiti che richiedono i tempi di interruzione indicati nella tabella sono collegati al quadro di distribuzione o al circuito di distribuzione che alimenta quel circuito terminale, sia soddisfatta una delle seguenti condizioni:

1) l'impedenza del conduttore di protezione tra il quadro di distribuzione ed il punto nel quale il conduttore di protezione è connesso al collegamento equipotenziale principale non sia superiore a $50/U_0 \times Z_s \Omega$;

2) esista un collegamento equipotenziale supplementare che colleghi al quadro di distribuzione localmente gli stessi tipi di masse estranee indicati per il collegamento equipotenziale principale e soddisfi le prescrizioni riguardanti il collegamento equipotenziale principale.

Poichè nei sistemi TN un guasto franco a massa si traduce in un corto circuito in quanto la corrente di guasto percorre i conduttori di fase e di protezione non interessando in pratica l'impianto di terra, le correnti di corto circuito possono assumere valori elevati nel qual caso la protezione contro i contatti indiretti può essere assicurata da interruttori solo magnetotermici.

5 - DIMENSIONAMENTO DEL CONDUTTORE DI PROTEZIONE E DI NEUTRO

5.1 - Conduttore di protezione

Determinazione della sezione

La norma 64-8 art. 543.1 riporta due metodi per il dimensionamento del conduttore di protezione (PE):

a) la sezione del conduttore di protezione (S_p) non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K} \quad (1)$$

dove:

S_p = sezione del conduttore di protezione (mm²);

I = valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);

t = tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);

K = fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e delle temperature iniziali e finali. Valori di K per i conduttori di protezione in diverse applicazioni sono dati nelle seguenti tabelle in cui θ_0 indica la temperatura iniziale e θ_f la temperatura finale.

Tabella A - Valori di K per i conduttori di protezione costituiti da cavi unipolari, o per conduttori di protezione nudi in contatto con rivestimento esterno dei cavi

Materiale conduttore	Natura dell'isolante o dei rivestimenti		
	P.V.C. $\theta_0 = 30$ $\theta_f = 160$	EPR - XLPE $\theta_0 = 30$ $\theta_f = 250$	G2 $\theta_0 = 30$ $\theta_f = 220$
Rame	143	176	166
Alluminio	95	116	110
Ferro	52	64	60

Tabella B - Valori di K per conduttori di protezione costituiti da un'anima di cavo multipolare

Materiale conduttore	Natura dell'isolante		
	P.V.C. $\theta_0 = 70$ $\theta_f = 160$	EPR - XLPE $\theta_0 = 90$ $\theta_f = 250$	G2 $\theta_0 = 85$ $\theta_f = 220$
Rame	115	143	135
Alluminio	76	94	89

Tabella C - Valori di K per conduttori di protezione costituiti dal rivestimento metallico o dall'armatura di un cavo

Natura del rivestimento metallico o dell'armatura	Natura dell'isolante o dei rivestimenti		
	P.V.C. $\theta_0 = 60$ $\theta_f = 160$	EPR - XLPE $\theta_0 = 80$ $\theta_f = 250$	G2 $\theta_0 = 75$ $\theta_f = 220$
Rame	122	149	140
Alluminio	79	96	90
Ferro	42	51	48
Piombo	22	19	19

Tabella D - Valori di K per i conduttori di protezione nudi quando non esistono pericoli di danneggiamento di materiali vicini per effetto della temperatura:

$$\theta_0 = 30^\circ\text{C}$$

Materiale conduttore	Condizioni di posa (°)		
	A	B	C
Rame	228	159	138
Alluminio	125	105	91
Ferro	82	58	50

- b) La sezione dei conduttori di protezione può essere determinata facendo riferimento alla seguente tabella, in questo caso non è necessaria la verifica attraverso l'applicazione della formula (1). Se dall'applicazione della tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

Sezione dei conduttori di fase (mm ²)	Sezione minima del conduttore di protezione (mm ²)
$S_f \leq 16$	$S_p = S_f$
$16 < S_f \leq 35$	16
$S_f > 35$	$S_p = S_f/2$

5.2 - Conduttore di neutro

Determinazione della sezione

La norma 64-8 agli artt. 524.2 e 524.3 riporta i criteri da adottare per il dimensionamento del neutro. L' eventuale conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm. se in rame od a 25 mm. se in alluminio.

Nei circuiti trifase i cui conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mmq. se in rame od a 25 mmq. se in alluminio il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro (la corrente che fluisce nel circuito nelle condizioni di servizio ordinario deve essere praticamente equilibrata tra le fasi);
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mmq. se in rame e 25 mmq. se in alluminio.

All'art. 473.3.2 della norma 64-8 vengono riportate le seguenti prescrizioni per la protezione del conduttore di neutro:

- a) quando la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale od equivalente a quella dei conduttori di fase, non è necessario prevedere la rivelazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro nè un dispositivo di interruzione sullo stesso conduttore;
- b) quando la sezione del conduttore di neutro sia inferiore a quella dei conduttori di fase, è necessario prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro, adatta alla sezione di questo conduttore: questa rilevazione deve provocare l'interruzione dei conduttori di fase, ma non necessariamente quella del conduttore di neutro;
- c) non è necessario tuttavia prevedere la rilevazione delle sovracorrenti sul conduttore di neutro se sono soddisfatte contemporaneamente le due seguenti condizioni:
 - il conduttore di neutro è protetto contro i cortocircuiti dal dispositivo di protezione dei conduttori di fase del circuito;
 - la massima corrente che può attraversare il conduttore di neutro in servizio ordinario è chiaramente inferiore alla portata di questo conduttore.

6 – ADEGUAMENTO IMPIANTO ELETTRICO DELLA MENSA SCOLASTICA DELL'ISTITUTO DON CHENDI

Nelle pagine successive verranno prodotti i calcoli per il dimensionamento delle reti elettriche B.T., relativi al progetto definitivo degli impianti elettrici da realizzarsi nelle zone di intervento; in modo particolare saranno eseguite per le linee oggetto di intervento, le seguenti elaborazioni:

- dimensionamento delle linee in cavo;
 - calcolo delle correnti di corto circuito;
 - calcolo della caduta di tensione;
 - verifica della protezione dei cavi (sovracorrenti) e delle persone (contatti indiretti);
- per l'elaborazione di tali calcoli è stato utilizzato un programma computerizzato iProject della Ditta Schneider Electric.

Oltre ai calcoli per il dimensionamento delle linee, vengono allegati i calcoli illuminotecnici dei locali tipo generati dall'illuminazione di sicurezza.

6.1 - Dati tecnici di riferimento del progetto

Il progetto degli impianti elettrici in oggetto è stato condotto tenendo in considerazione i seguenti dati tecnici di riferimento:

6.1.1 – QCONT

- | | |
|--|---------|
| - Tensione concatenata a carico degli impianti di distribuzione B.T. | 400 V |
| - Tensione di fase verso neutro a terra | 230 V |
| - Icc presunta sul QCONT (CEI 0-21) | 15 kA |
| - Frequenza | 50 Hz |
| - Temperatura ambiente di esercizio | 25° C |
| - Sistema di distribuzione B.T. | TIPO TT |

6.1.2 - Caduta di tensione massima ammissibile

Per il calcolo della caduta di tensione massima ammessa all'utilizzatore più lontano, sono stati adottati i seguenti valori massimi, per i singoli tratti di circuito:

- | | |
|--|-------|
| - da quadro al contatore al quadro cucina | 0,5 % |
| - dal quadro cucina al quadro mensa | 1,0 % |
| - dal quadro mensa ai singoli utilizzatori | 2,5 % |
| | ----- |
| Totale max | 4 % |

7 - SCHEDE DEI CALCOLI DI RETE B.T.

Di seguito si allegano le schede di calcolo di Rete B.T., eseguiti con software IPROJECT 6.1 della Ditta Schneider Electric.

In particolare sono stati verificati i seguenti parametri:

- PORTATA CAVI
- CADUTA DI TENSIONE %
- PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI
- PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI
- PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI
- CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

MENSA SCOLASTICA DELL' ISTITUTO DON CHENDI VIA J.F. KENNEDY, 1 - JOLANDA DI SAVOIA (FE)	Relazione Tecnica di calcolo Impianti elettrici
--	--

SCHEDE CALCOLI RETE DISTRIBUZIONE B.T.

REGOLAZIONI

Utenza	Interruttore	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]	T_{sd} [s]
Siglatura	Poli	I_i	I_g [$xI_n - A$]	T_g [s]	Differenz.	Classe	$I_{\Delta n}$ [A]	$T_{\Delta n}$ [ms]

Quadro: [QCONT] Quadro Contatore

ARRIVO LINEA DA CONTATORE ENTE EROGATORE	MODULARE	C	100	100	-	1	1	-
Q1	4	-	-	-	Diff.	A SI I/S/R	1	60

Quadro: [QSC] Quadro sezionamento Cucina

CIRCUITO DI SGANCIO	MODULARE	C	10	10	-	0,1	0,1	-
Q1.1.2	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

Quadro: [QCUC] Quadro Cucina

ALIMENTAZIONE QUADRO MENSA QM	MODULARE	C	32	32	-	0,32	0,32	-
Q2.1.1	4	-	-	-				
GENERALE LUCE CUCINA	MODULARE	C	10	10	-	0,1	0,1	-
Q2.1.2	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.
FORNELLO 4 PIASTRE	MODULARE	C	50	50	-	0,5	0,5	-
Q2.1.3	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.
FORNELLO 2 PIASTRE	MODULARE	C	25	25	-	0,25	0,25	-
Q2.1.4	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.
FORNO	MODULARE	C	25	25	-	0,25	0,25	-
Q2.1.5	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.
CAPPA	MODULARE	C	10	10	-	0,1	0,1	-
Q2.1.6	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.
PRESE FM CUCINA 400V	MODULARE	C	16	16	-	0,16	0,16	-
Q2.1.7	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.
PRESE FM CUCINA 230V	MODULARE	C	16	16	-	0,16	0,16	-
Q2.1.8	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.
CENTRALE RIVELAZIONE INCENDI	MODULARE	C	10	10	-	0,1	0,1	-
Q2.1.9	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

Utenza	Interruttore	Curva Sganciatore	I_n [A]	I_r [A]	T_r [s]	I_m [kA]	I_{sd} [kA]	T_{sd} [s]
Siglatura	Poli	I_i	I_g [$xI_n - A$]	T_g [s]	Differenz.	Classe	$I_{\Delta n}$ [A]	$T_{\Delta n}$ [ms]
RISERVA	MODULARE	C	40	40	-	0,4	0,4	-
Q2.1.10	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

Quadro: [QM] Quadro Mensa

GENERALE LUCE MENSA + BAGNI	MODULARE	C	10	10	-	0,1	0,1	-
Q3.1.1	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.
PRESE SALA	MODULARE	C	6	6	-	0,06	0,06	-
Q3.1.2	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.
AEROTERMI	MODULARE	C	16	16	-	0,16	0,16	-
Q3.1.3	4	-	-	-	Diff.	A	0,03	Ist.
RISERVA	MODULARE	C	16	16	-	0,16	0,16	-
Q3.1.4	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.
RISERVA	MODULARE	C	16	16	-	0,16	0,16	-
Q3.1.5	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCONT] QUADRO CONTATORE

LINEA: ARRIVO LINEA DA CONTATORE ENTE EROGATORE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
32,13	52,68	52,68	51,38	51,14	0,9		1	

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L1	3F+N+PE	uni	1	31	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase neutro PE 1x 25 1x 25 1x 16	0,53	0,1	5,61	16,26	0,02	0,02	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
52,68	117	15	14,77	4,76	0,05

Designazione / Conduttore
FG16R16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
ARRIVO LINEA DA CONTATORE ENTE EROGATORE	MODULARE	4	C	100	100	-	1	1
Q1	4	-	-	-	Diff.	A SI I/S/R	1	60

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	-	-	-

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCONT] QUADRO CONTATORE

LINEA: ALIMENTAZIONE QUADRO SEZIONAMENTO CUCINA - QCUC

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
32,13	52,68	52,68	51,38	51,14	0,9			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.1.1	3F+N+PE	uni	1	31	30			-	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase neutro PE 1x 35 1x 16 1x 16	0,53	0,1	6,14	16,36	0,01	0,02	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
52,68	144	14,77	14,53	4,6	0,05

Designazione / Conduttore
FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QSC] QUADRO SEZIONAMENTO CUCINA

LINEA: ARRIVO LINEA DA QCONT

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
32,13	52,68	52,68	51,38	51,14	0,9		1	

SEZIONATORE

Siglatura	Modello	I _n [A]	U _{imp} [kV]	I _{cm} / I _{Δm} [kA]	I _{cw} [kA]	Coordin. interr. Monte [kA]
S1	MODULARE	125	8	N.D.	N.D.	16

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QSC] QUADRO SEZIONAMENTO CUCINA

LINEA: ALIMENTAZIONE QUADRO CUCINA QCUC

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
32,08	52,68	52,68	51,14	51,14	0,9			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L1.1.1	3F+N+PE	uni	25	61	20		0,9	0,5	ravv.		1

Sezione Conduttori [mm ²]	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase neutro PE 1x 35 1x 16 1x 16	13,23	2,53	19,37	18,88	0,35	0,38	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
52,68	111,07	14,53	9,39	1,88	0,05

Designazione / Conduttore
FG16M16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QSC] QUADRO SEZIONAMENTO CUCINA

LINEA: CIRCUITO DI SGANCIO

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0,05	0,24	0	0,24	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L1.1.2	F+N+PE	multi	150	61	20		0,91	0,5	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 1,5	1x 1,5	1x 1,5	1852,0	17,7	1858,14	34,06	0,42	0,45	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc} max inizio linea [kA]	I _{cc} max Fine linea [kA]	I _{cc} min fine linea [kA]	I _{cc} Terra [kA]
0,24	16,01	5,79	0,06	0,02	0,05

Designazione / Conduttore
FG16OM16-0,6/1 kV - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
CIRCUITO DI SGANCIO	MODULARE	1+N	C	10	10	-	0,1	0,1
Q1.1.2	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: ARRIVO LINEA DA QSC

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
32,08	52,68	52,68	51,14	51,14	0,9		0,8	

SEZIONATORE

Siglatura	Modello	I _n [A]	U _{imp} [kV]	I _{cm} / I _{Δm} [kA]	I _{cw} [kA]	Coordin. interr. Monte [kA]
S1	MODULARE	125	8	N.D.	N.D.	16

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: ALIMENTAZIONE QUADRO MENSA QM

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
3,55	8,05	5,87	3,22	8,05	0,9			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L2.1.1	3F+N+PE	uni	35	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm ²]	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase neutro PE 1x 10 1x 10 1x 10	64,82	4,17	84,19	23,05	0,25	0,63	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
8,05	46,2	9,39	2,91	0,58	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
ALIMENTAZIONE QUADRO MENSA QM	MODULARE	4	C	32	32	-	0,32	0,32
Q2.1.1	4	-	-	-				

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: GENERALE LUCE CUCINA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0,35	1,69	1,69	0	0	0,9		1	

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatra	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
GENERALE LUCE CUCINA	MODULARE	1+N	C	10	10	-	0,1	0,1
Q2.1.2	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: LUCE CUCINA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0,3	1,44	1,44	0	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L2.2.1	F+N+PE	uni	15	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	111,12	2,34	130,49	21,22	0,15	0,53	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc} max inizio linea [kA]	I _{cc} max Fine linea [kA]	I _{cc} min fine linea [kA]	I _{cc} Terra [kA]
1,44	21,7	3,41	0,89	0,39	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: LUCE DI EMERGENZA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0,05	0,24	0,24	0	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L2.2.2	F+N+PE	uni	15	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm ²]						R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE										
1x 1,5	1x 1,5	1x 1,5				185,2	2,52	204,57	21,4	0,04	0,42	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
0,24	16,09	3,41	0,58	0,25	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

SEZIONATORE

Siglatura	Modello	I _n [A]	U _{imp} [kV]	I _{cm} / I _{Δm} [kA]	I _{cw} [kA]	Coordin. interr. Monte [kA]
S2.2.2	MODULARE	20	4	N.D.	N.D.	

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: FORNELLO 4 PIASTRE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
16	25,66	25,66	25,66	25,66	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	Temp. [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L2.1.3	3F+N+PE	uni	10	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm ²]	R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase neutro PE 1x 16 1x 16 1x 16	11,58	1,12	30,94	20,0	0,14	0,52	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
25,66	61,59	9,39	6,89	1,36	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
FORNELLO 4 PIASTRE	MODULARE	4	C	50	50	-	0,5	0,5
Q2.1.3	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: FORNELLO 2 PIASTRE

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
4	6,41	6,41	6,41	6,41	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L2.1.4	3F+N+PE	uni	10	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm ²] fase neutro PE			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 6	1x 6	1x 6	30,87	1,35	50,23	20,23	0,09	0,47	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
6,41	33,59	9,39	4,69	0,92	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
FORNELLO 2 PIASTRE	MODULAR E	4	C	25	25	-	0,25	0,25
Q2.1.4	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: FORNO

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
9,5	15,23	15,23	15,23	15,23	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L2.1.5	3F+N+PE	uni	10	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm ²] fase neutro PE			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
1x 6	1x 6	1x 6	30,87	1,35	50,23	20,23	0,22	0,6	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
15,23	33,59	9,39	4,69	0,92	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
FORNO	MODULARE	4	C	25	25	-	0,25	0,25
Q2.1.5	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: CAPPA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
2,2	3,52	3,52	3,52	3,52	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L2.1.6	3F+N+PE	uni	10	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	74,08	1,56	93,45	20,44	0,12	0,5	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
3,52	19,59	9,39	2,65	0,53	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
CAPPA	MODULARE	4	C	10	10	-	0,1	0,1
Q2.1.6	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: PRESE FM CUCINA 400V

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
3	4,81	4,81	4,81	4,81	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L2.1.7	3F+N+PE	uni	20	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 4	1x 4	1x 4	92,6	2,86	111,97	21,74	0,21	0,59	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
4,81	25,9	9,39	2,22	0,45	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
PRESE FM CUCINA 400V	MODULARE	4	C	16	16	-	0,16	0,16
Q2.1.7	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: PRESE FM CUCINA 230V

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
1	4,83	0	4,83	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K secur.
L2.1.8	F+N+PE	uni	20	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 4	1x 4	1x 4	92,6	2,86	111,97	21,74	0,42	0,8	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
4,83	29,4	3,41	1,02	0,45	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
PRESE FM CUCINA 230V	MODULARE	1+N	C	16	16	-	0,16	0,16
Q2.1.8	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: CENTRALE RIVELAZIONE INCENDI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0,5	2,41	2,41	0	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L2.1.9	F+N+PE	uni	20	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	148,16	3,12	167,53	22,0	0,33	0,72	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
2,41	21,7	3,41	0,7	0,3	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
CENTRALE RIVELAZIONE INCENDI	MODULARE	1+N	C	10	10	-	0,1	0,1
Q2.1.9	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QCUC] QUADRO CUCINA

LINEA: RISERVA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0	0	0	0	0		1		

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
RISERVA	MODULARE	1+N	C	40	40	-	0,4	0,4
Q2.1.10	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QM] QUADRO MENSA
LINEA: ARRIVO LINEA DA QCUC

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
3,55	8,05	5,87	3,22	8,05	0,9		1	

SEZIONATORE

Siglatura	Modello	I _n [A]	U _{imp} [kV]	I _{cm} / I _{Δm} [kA]	I _{cw} [kA]	Coordin. interr. Monte [kA]
S1	MODULARE	40	6	N.D.	1,50	10

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QM] QUADRO MENSA

LINEA: GENERALE LUCE MENSA + BAGNI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0,55	2,65	2,65	0	0	0,9		1	

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
GENERALE LUCE MENSA + BAGNI	MODULARE	1+N	C	10	10	-	0,1	0,1
Q3.1.1	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QM] QUADRO MENSA

LINEA: LUCE MENSA + BAGNI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0,5	2,41	2,41	0	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L3.2.1	F+N+PE	uni	35	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 2,5	1x 2,5	1x 2,5	259,28	5,46	343,47	28,51	0,59	1,22	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc} max inizio linea [kA]	I _{cc} max Fine linea [kA]	I _{cc} min fine linea [kA]	I _{cc} Terra [kA]
2,41	21,7	1,29	0,35	0,15	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QM] QUADRO MENSA

LINEA: LUCE DI EMERGENZA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0,05	0,24	0,24	0	0	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L3.2.2	F+N+PE	uni	35	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm²]						R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE										
1x 1,5	1x 1,5	1x 1,5				432,13	5,88	516,32	28,93	0,09	0,73	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
0,24	16,09	1,29	0,24	0,1	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

SEZIONATORE

Siglatura	Modello	I _n [A]	U _{imp} [kV]	I _{cm} / I _{Δm} [kA]	I _{cw} [kA]	Coordin. interr. Monte [kA]
S3.2.2	MODULARE	20	4	N.D.	N.D.	

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QM] QUADRO MENSA

LINEA: PRESE SALA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _b L1 [A]	I _b L2 [A]	I _b L3 [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
1	4,83	0	0	4,83	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L3.1.2	F+N+PE	uni	25	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 4	1x 4	1x 4	115,75	3,58	199,94	26,62	0,53	1,16	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc} max inizio linea [kA]	I _{cc} max Fine linea [kA]	I _{cc} min fine linea [kA]	I _{cc} Terra [kA]
4,83	29,4	1,29	0,59	0,26	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
PRESE SALA	MODULARE	1+N	C	6	6	-	0,06	0,06
Q3.1.2	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QM] QUADRO MENSA

LINEA: AEROTERMI

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
2	3,2	3,2	3,2	3,2	0,9	1		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	T _{emp.} [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L3.1.3	3F+N+PE	uni	20	03	30			-	ravv.	2	1

Sezione Conduttori [mm ²]			R _{cavo} [mΩ]	X _{cavo} [mΩ]	R _{tot} [mΩ]	X _{tot} [mΩ]	ΔV _{cavo} [%]	ΔV _{tot} [%]	ΔV _{max prog} [%]
fase	neutro	PE							
1x 4	1x 4	1x 4	92,6	2,86	176,79	25,91	0,14	0,77	4

I _b [A]	I _z [A]	I _{cc max inizio linea} [kA]	I _{cc max Fine linea} [kA]	I _{ccmin fine linea} [kA]	I _{cc Terra} [kA]
3,2	25,9	2,91	1,42	0,29	0,05

Designazione / Conduttore
FG17-450/750 V - Cca-s1b,d1,a1/Cu

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
AEROTERMI	MODULARE	4	C	16	16	-	0,16	0,16
Q3.1.3	4	-	-	-	Diff.	A	0,03	Ist.

VERIFICHE PROTEZIONI

Sovraccarico	Corto Circuito massimo	Corto Circuito minimo	Persone
SI	SI	SI	SI

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QM] QUADRO MENSA

LINEA: RISERVA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0	0	0	0	0				

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
RISERVA	MODULARE	4	C	16	16	-	0,16	0,16
Q3.1.4	4	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

CALCOLI E VERIFICHE

QUADRO: [QM] QUADRO MENSA

LINEA: RISERVA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I _b [A]/I _{nm} [A]	I _{b L1} [A]	I _{b L2} [A]	I _{b L3} [A]	cos φ _b	K _{utilizzo}	K _{contemp.}	η
0	0	0	0	0		1		

INTERRUTTORE

Utenza	Interruttore	Poli	Curva Sganciatore	I _n [A]	I _r [A]	T _r [s]	I _m [kA]	I _{sd} [kA]
Siglatura	T _{sd} [s]	I _i	I _g [xI _n - A]	T _g [s]	Differenz.	Classe	I _{Δn} [A]	T _{Δn} [ms]
RISERVA	MODULARE	1+N	C	16	16	-	0,16	0,16
Q3.1.5	1+N	-	-	-	Diff.	AC	0,03	Ist.

8 - CALCOLI ILLUMINOTECNICI

8.1. ILLUMINAZIONE DEI LOCALI INTERNI

L'impianto di illuminazione interna ai singoli locali ed alle zone comuni garantirà il massimo comfort dal punto di vista delle sensazioni visive in rapporto all'attività da svolgere nell'ambiente e ottima qualità dell'illuminazione.

Il calcolo illuminotecnico è stato eseguito mediante software Dialux Evo 11.1 della ditta DIAL GmbH, nel rispetto della norma UNI 12464 - 2021.

Tale software determina preliminarmente il numero dei corpi illuminati prescelti mediante una procedura basata sul calcolo del livello d'illuminamento, assunto come dato d'ingresso, sul piano di lavoro sede del compito visivo predefinito.

In seguito al posizionamento dei corpi illuminanti, secondo diverse metodologie, il software calcola il livello d'illuminamento delle diverse superfici secondo il metodo di calcolo noto come metodo della radiosità (radiosity). Sinteticamente il software calcola volta per volta direttamente il flusso che dalla sorgente estesa va al piano utile considerando come sorgenti estese anche le superfici emittenti solo per riflessione della luce incidente.

La descrizione dettagliata dell'algoritmo di calcolo implementata nel software ed i test di accuratezza del calcolo sono forniti dallo stesso produttore.

Gli impianti luce compresi nel presente progetto garantiranno il grado di illuminamento previsto dalle norme UNI EN 12464-1 "Light and lighting – Lighting of work places - Part 1: indoor work places" e UNI 10840 "Locali scolastici – Criteri generali per l'illuminazione artificiale e naturale".

Vengono presi in considerazione, oltre al valore dell'illuminamento, alla resa del colore ed alla limitazione dell'abbagliamento anche i seguenti parametri:

- tipo di lampade;
- uniformità dell'illuminamento;
- luminanza;
- sfarfallamenti ed effetti stroboscopici;
- risparmio energetico;
- fattore di manutenzione.

In particolare saranno rispettati i seguenti requisiti di illuminamento minimi:

- | | |
|--------------|---------------|
| - Mensa: | E_m 200 lx; |
| - Cucina: | E_m 500 lx; |
| - Corridoio: | E_m 100 lx; |

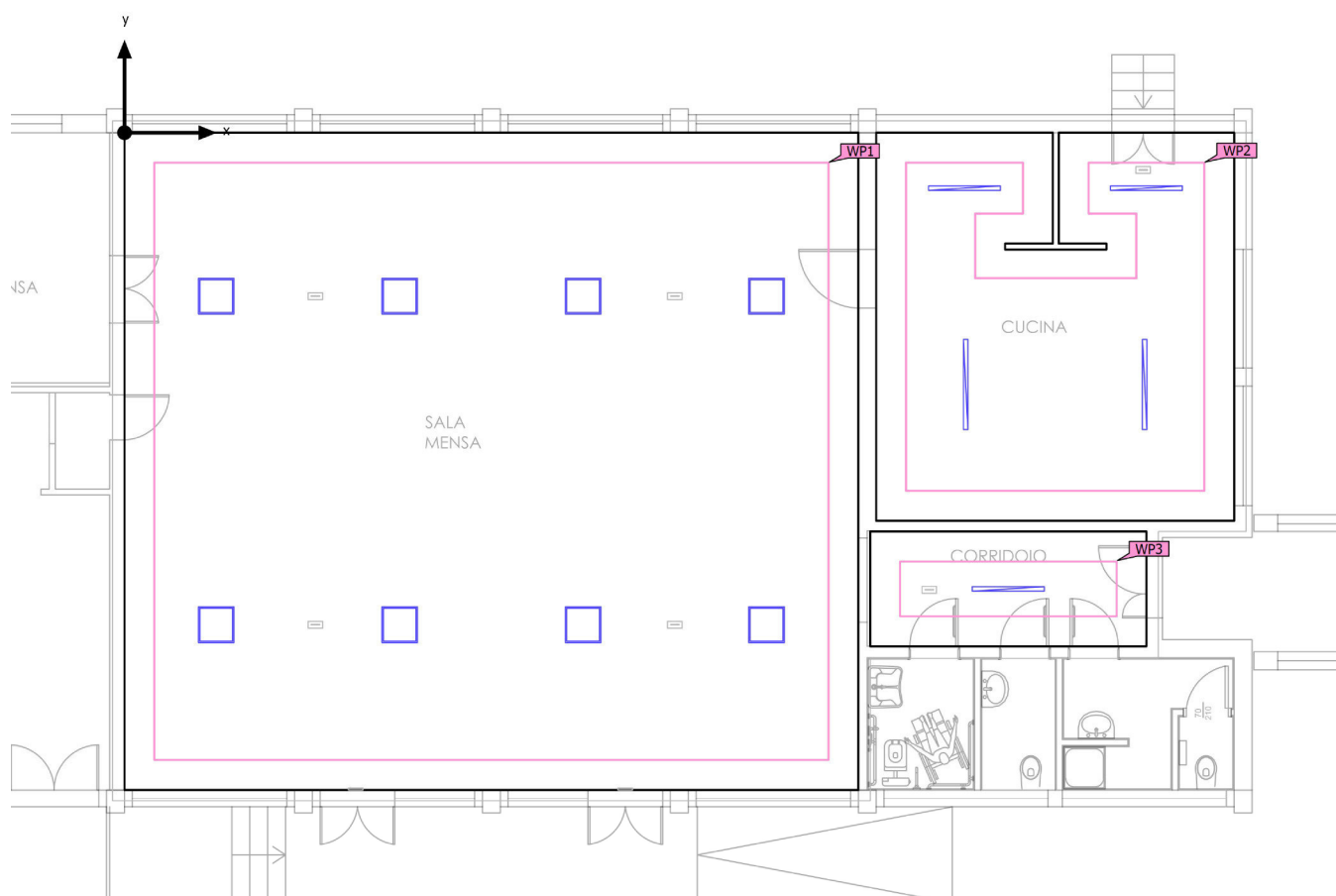
L'impianto di illuminazione sarà in genere realizzato con apparecchi illuminanti con sorgenti a LED.

Di seguito sono allegati i calcoli illuminotecnici per i singoli locali.

**SCHEDE CALCOLI ILLUMINOTECNICI
PER I LOCALI INTERNI**

Edificio 1 · Piano Terra (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo



**SCHEDE CALCOLI ILLUMINOTECNICI
ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA**

Edificio 1 · Piano Terra (Scena luce 1)

Oggetti di calcolo

Superfici utili

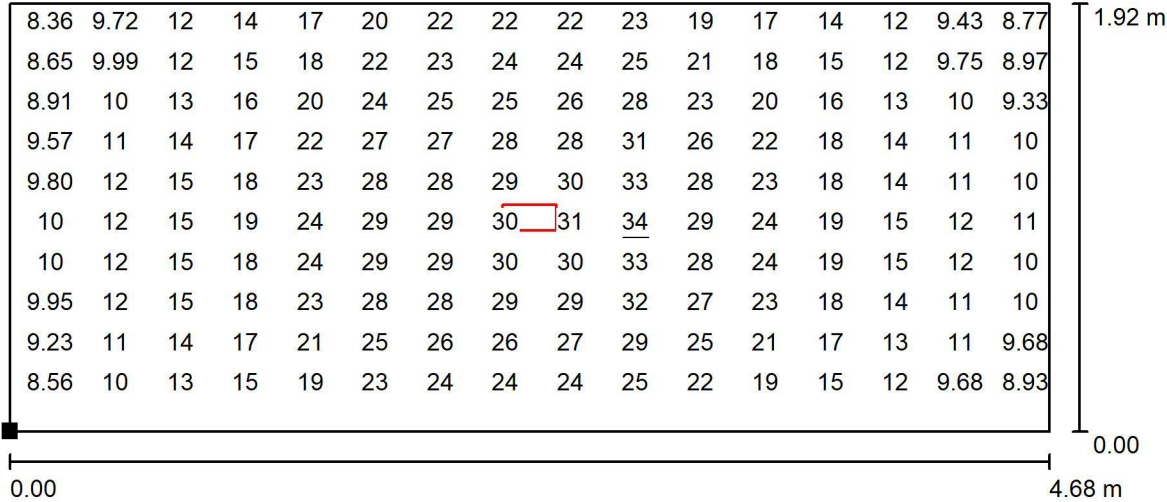
Proprietà	\bar{E} (Nominale)	$E_{min.}$	E_{max}	g_1 (Nominale)	g_2	Indice
Mensa Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	209 lx (≥ 200 lx) ✓	141 lx	291 lx	0.67 (≥ 0.40) ✓	0.48	WP1
Cucina Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.800 m, Zona margine: 0.500 m	519 lx (≥ 500 lx) ✓	406 lx	655 lx	0.78 (≥ 0.60) ✓	0.62	WP2
Corridoio Illuminamento perpendicolare Altezza: 0.000 m, Zona margine: 0.500 m	151 lx (≥ 100 lx) ✓	121 lx	174 lx	0.80 (≥ 0.40) ✓	0.70	WP3

Studio S.S.T.

Via Roma, 10
44021 - Codigoro (FE)

Redattore Per. Ind. Nicola Prando
Telefono 0533/713798
Fax 0533/713798
e-Mail n.prando@studio-sst.it

Corridoio Emergenza / Superficie utile / Grafica dei valori (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 34

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(0.000 m, 0.000 m, 1.000 m)



Reticolo: 64 x 32 Punti

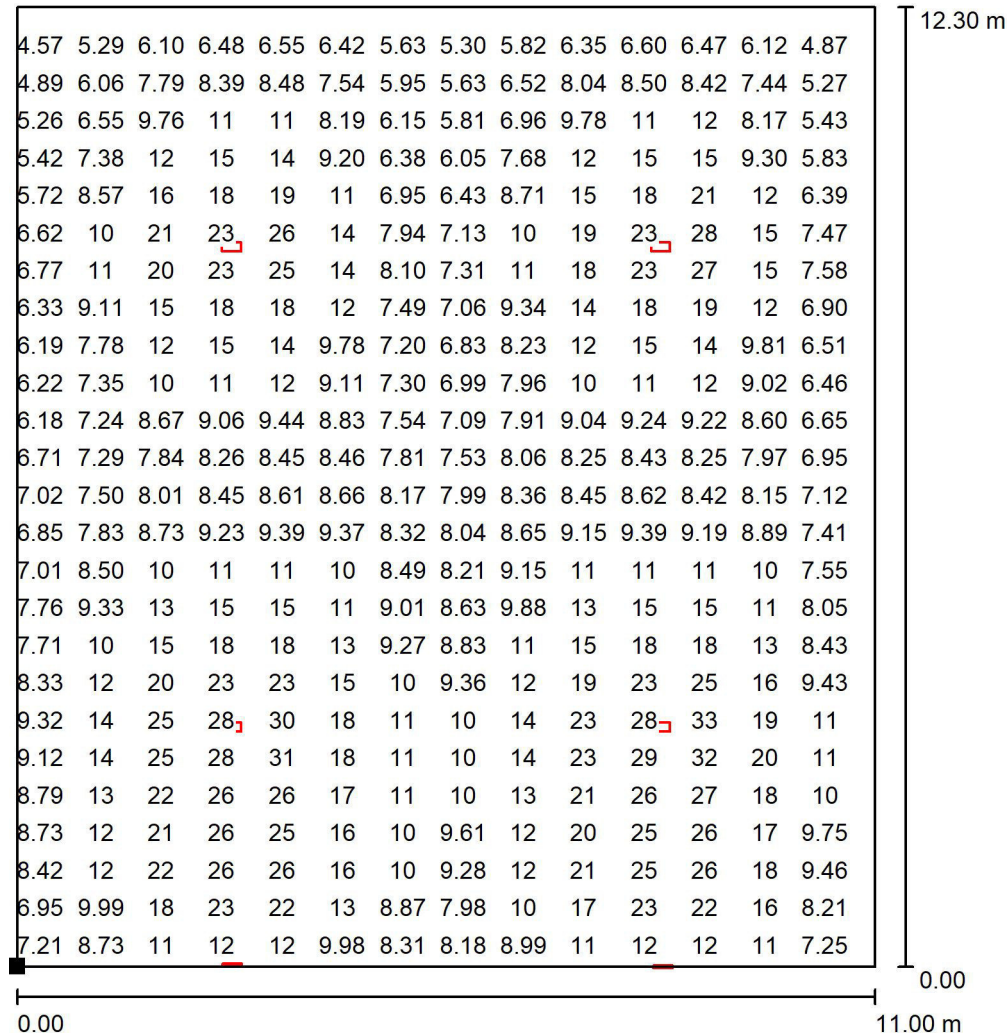
E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
19	8.21	34	0.435	0.240

Studio S.S.T.

Via Roma, 10
44021 - Codigoro (FE)

Redattore Per. Ind. Nicola Prando
Telefono 0533/713798
Fax 0533/713798
e-Mail n.prando@studio-sst.it

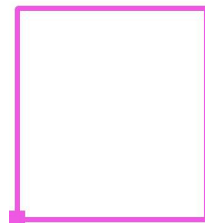
Mensa Emergenza / Superficie utile / Grafica dei valori (E)



Valori in Lux, Scala 1 : 97

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(0.000 m, 0.000 m, 1.000 m)



Reticolo: 128 x 128 Punti

$$E_m [I_x]$$
$$E_{\min} [Ix]$$

4.23

$$E_{\max} [Ix]$$
$$E_{\min} / E_m$$

0.355

$$E_{\min} / E_{\max}$$

0.124

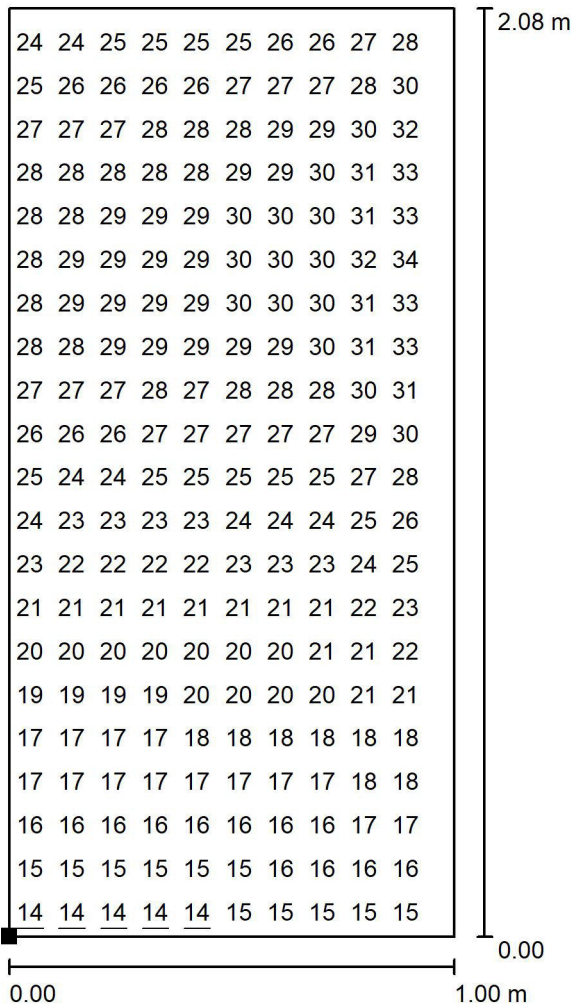


Studio S.S.T.

Via Roma, 10
44021 - Codigoro (FE)

Redattore Per. Ind. Nicola Prando
Telefono 0533/713798
Fax 0533/713798
e-Mail n.prando@studio-sst.it

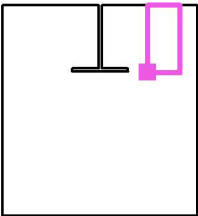
Cucina Emergenza / Superficie di calcolo 1 / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 17

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nel locale:
Punto contrassegnato:
(4.478 m, 4.414 m, 1.000 m)



Reticolo: 32 x 64 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
24	14	35	0.578	0.396