

PROGETTO ARCHITETTONICO E DIREZIONE LAVORI

ARCHITETTO GUALTIERO OBERTI

Via degli Assonica, 3 - 24010 Sorisole (Bg)
tel / fax 035 573 120 - info@gualtieroberti.it

ARCHITETTO LUCIA OBERTI

Via degli Assonica, 3 - 24010 Sorisole (Bg)
tel / fax 035 573 120 - oberti.lucia@gmail.com

ARCHITETTO MAURIZIO RONZONI

Via Giuseppe Verdi, 36 - 24030 Presezzo (Bg)
tel / fax 035 616 782 - ronzoni.maurizio@virgilio.it

COLLABORATORI:

Simone Arrighetti
Claudio Bonfanti
Giulia Bosio
Roberta Ronzoni

COMUNE DI:

PONTE SAN PIETRO

PROVINCIA DI:

BERGAMO

COMMITTENTE:

AMMINISTRAZIONE COMUNALE

OPERA:

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA NUOVA PALESTRA
NELL'AREA DEL CENTRO "LA PROPOSTA" DI VIA SAN MARCO
(LOCALITÀ BRIOLO)**

AGGIORNAMENTO

FASCICOLO:

**PROGETTO ESECUTIVO
RELAZIONE DI CALCOLO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI**

DATA:

OTTOBRE 2018

SCALA:

DISEGNATORE:

CONTROLLO:

MODIFICA:

1

ARCHIVIO:

137

RELAZIONE DI CALCOLO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

SERIE	1 ARCHITETTONICO	2 STRUTTURE	3 OPERE ESTERNE	4abc IMPIANTI	5 ARREDO	6 SICUREZZA
STATO PROGETTO	PRELIMINARE		DEFINITIVO		ESECUTIVO	



STUDIO PROGETTI ELETTRICI di Per. Ind. Magri & associati - progettazione impianti elettrotecnici
Per. Ind. Gianluigi Magri Iscr. Albo Collegio Per. Ind. di BG n° 1181
Via Trieste, 19 - 24060 Chiuduno (Bg)
Tel. 035 839150 Fax 4496605 - e-mail: info@elettrostudio.net

AMMINISTRAZIONE COMUNALE

COMUNE DI PONTE SAN PIETRO (BG)

PROGETTO ESECUTIVO IMPIANTI ELETTRICI

NUOVA PALESTRA COMUNALE

AREA CENTRO "LA PROPOSTA" IN VIA S. MARCO – PONTE S. PIETRO (BG)

RELAZIONE DI CALCOLO

<i>REVISIONE</i>	<i>DATA</i>	<i>DESCRIZIONE</i>	<i>ESEGUITO</i>	<i>VERIFICATO</i>	<i>APPROVATO</i>
0	MARZO 2018	PRIMA EMISSIONE	NEMBRINI	LEGNANI	MAGRI
1	OTTOBRE 2018	AGGIORNAMENTO	NEMBRINI	LEGNANI	MAGRI

INDICE

1	Oggetto della relazione di calcolo	3
2	Calcolo delle correnti di impiego	3
3	Dimensionamento dei cavi	4
3.1	Integrale di Joule	5
3.2	Dimensionamento dei conduttori di neutro	6
3.3	Dimensionamento dei conduttori di protezione.....	7
3.4	Calcolo della temperatura dei cavi.....	8
3.5	Cadute di tensione.....	9
4	Rifasamento	10
5	Fornitura della rete	10
5.1	Bassa tensione	11
6	Calcolo dei guasti	12
6.1	Calcolo delle correnti massime di cortocircuito.....	13
6.2	Calcolo delle correnti minime di cortocircuito	15
6.3	Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra	16
7	Motori asincroni	16
7.1	Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini.....	17
8	Scelta delle protezioni	18
9	Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture	18
10	Verifica di selettività	19
11	Riferimenti normativi	20
11.1	Norme di riferimento per la Bassa tensione:.....	20

ALLEGATI:

Tabella dati di Fornitura – Tabella Potenze Elettriche – Tabella Cavi – Tabella Verifiche – Calcoli illuminotecnici

1 Oggetto della relazione di calcolo

Con la presente relazione si intende illustrare la metodologia, le procedure ed i risultati dei calcoli eseguiti per gli impianti elettrici relativamente alla nuova Palestra Comunale nell'area del centro "La Proposta" nel comune di Ponte S. Pietro in provincia di Bergamo.

2 Calcolo delle correnti di impiego

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

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

nella quale:

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

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

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

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

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

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

La potenza di dimensionamento P_d è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

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

Per le utenze terminali la potenza P_n è la potenza nominale del carico, mentre per le utenze di distribuzione P_n rappresenta la somma vettoriale delle P_d delle utenze a valle ($\sum P_d$ a valle).

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

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

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

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

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

3 Dimensionamento dei cavi

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

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

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

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

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

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

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

L'individuazione della sezione si effettua utilizzando le tabelle di posa assegnate ai cavi. Elenchiamo alcune tabelle, indicate per il mercato italiano:

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

In media tensione, la gestione del calcolo si divide a seconda delle tabelle scelte:

- CEI 11-17;
- CEI UNEL 35027 (1-30kV).
- EC 60502-2 (6-30kV)
- IEC 61892-4 off-shore (fino a 30kV)

Il programma gestisce ulteriori tabelle, specifiche per alcuni paesi. L'elenco completo è disponibile nei Riferimenti normativi.

Esse oltre a riportare la corrente ammissibile I_z in funzione del tipo di isolamento del cavo, del tipo di posa e del numero di conduttori attivi, riportano anche la metodologia di valutazione dei coefficienti di declassamento.

La portata minima del cavo viene calcolata come:

$$I_{z\min} = \frac{I_n}{k}$$

dove il coefficiente k ha lo scopo di declassare il cavo e tiene conto dei seguenti fattori:

- tipo di materiale conduttore;
- tipo di isolamento del cavo;
- numero di conduttori in prossimità compresi eventuali paralleli;
- eventuale declassamento deciso dall'utente.

La sezione viene scelta in modo che la sua portata (moltiplicata per il coefficiente k) sia superiore alla $I_{z\min}$. Gli eventuali paralleli vengono calcolati nell'ipotesi che abbiano tutti la stessa sezione, lunghezza e tipo di posa (vedi norma 64.8 par. 433.3), considerando la portata minima come risultante della somma delle singole portate (declassate per il numero di paralleli dal coefficiente di declassamento per prossimità).

La condizione b) non necessita di verifica in quanto gli interruttori che rispondono alla norma CEI 23.3 hanno un rapporto tra corrente convenzionale di funzionamento I_f e corrente nominale I_n minore di 1.45 ed è costante per tutte le tarature inferiori a 125 A. Per le apparecchiature industriali, invece, le norme CEI 17.5 e IEC 947 stabiliscono che tale rapporto può variare in base alla corrente nominale, ma deve comunque rimanere minore o uguale a 1.45. Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

Le condutture dimensionate con questo criterio sono, pertanto, protette contro le sovracorrenti.

3.1 Integrale di Joule

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

3.2 Dimensionamento dei conduttori di neutro

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

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm²;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso

- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm² se il conduttore è in rame e a 25 mm² se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm² se conduttore in rame e 25 mm² se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

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

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

$$S_f < 16\text{mm}^2: \quad S_n = S_f$$

$$16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: \quad S_n = 16\text{mm}^2$$

$$S_f > 35\text{mm}^2: \quad S_n = S_f / 2$$

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

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

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

3.3 Dimensionamento dei conduttori di protezione

Le norme CEI 64.8 par. 543.1 prevedono due metodi di dimensionamento dei conduttori di protezione:

- determinazione in relazione alla sezione di fase;
- determinazione mediante calcolo.

Il primo criterio consiste nel determinare la sezione del conduttore di protezione seguendo vincoli analoghi a quelli introdotti per il conduttore di neutro:

$$S_f < 16\text{mm}^2: \quad S_{PE} = S_f$$

$$16 \leq S_f \leq 35\text{mm}^2: \quad S_{PE} = 16\text{mm}^2$$

$$S_f > 35\text{mm}^2: \quad S_{PE} = S_f / 2$$

Il secondo criterio determina tale valore con l'integrale di Joule, ovvero la sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 \cdot t}}{K}$$

dove:

- S_p è la sezione del conduttore di protezione (mm^2);
- I è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile (A);
- t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione (s);
- K è un fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti.

Se il risultato della formula non è una sezione unificata, viene presa una unificata immediatamente superiore.

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3.

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

- 2,5 mm^2 rame o 16 mm^2 alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 o 16 mm^2 alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

E' possibile, altresì, determinare la sezione mediante il rapporto tra le portate del conduttore di fase e del conduttore di protezione.

Nei sistemi TT, la sezione dei conduttori di protezione può essere limitata a:

- 25 mm^2 , se in rame;
- 35 mm^2 , se in alluminio;

3.4 Calcolo della temperatura dei cavi

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

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

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

espresse in °C.

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

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

3.5 Cadute di tensione

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

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

con f che rappresenta le tre fasi R, S, T;

con n che rappresenta il conduttore di neutro;

con i che rappresenta le k utenze coinvolte nel calcolo;

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

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

con:

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

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

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

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

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

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

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

4 Rifasamento

Il rifasamento è quell'operazione che tende a limitare la potenza reattiva assorbita, portando il valore del fattore di potenza al di sopra di una soglia ritenuta "buona" e normalmente riconosciuta pari ad un valore da 0,9 a 0,95. Con $\cos \varphi = 0.9$, la potenza prelevata ha una componente attiva del 90%, mentre quella reattiva è del 43%. Con $\cos \varphi = 0.95$, la potenza prelevata ha una componente attiva del 95%, mentre quella reattiva è del 31%.

In generale il rifasamento si esegue con dei condensatori che compensano la potenza reattiva che di solito è di tipo induttiva. Se un carico assorbe la potenza attiva P_n e la potenza reattiva Q , per diminuire φ e quindi aumentare $\cos \varphi$ senza variare P_n (cioè per passare a $\varphi < \varphi$) si deve mettere in gioco una potenza Q_{rif} di segno opposto a quello di Q tale che:

$$Q_{rif} = P_n \cdot (\tan \varphi - \tan \Theta)$$

nella quale Θ è l'angolo corrispondente al fattore di potenza a cui si vuole rifasare. Tale valore oscilla tra 0.9 e 0.95 a seconda del tipo di contratto di fornitura.

Il rifasamento può essere eseguito in due modalità:

- distribuito;
- centralizzato.

Tale scelta va valutata al fine di ottimizzare i costi ed i risultati finali, quindi le batterie di condensatori potranno essere inseriti localmente in parallelo ad un carico terminale, oppure centralizzato per rifasare un determinato nodo della rete.

Se la rete dispone di trasformatori, possono essere inserite anche batterie di rifasamento a valle degli stessi per compensare l'energia reattiva assorbita a vuoto dalla macchina.

La corrente nominale della batteria di condensatori viene calcolata tramite la:

$$I_{nc} = \frac{Q_{rif}}{k_{ca} \cdot V_n}$$

nella quale Q_{rif} viene espressa in kVAR.

Le correnti nominali e di taratura delle protezioni devono tenere conto (CEI 33-5) che ogni batteria di condensatori può sopportare costantemente un sovraccarico del 30% dovuto alle armoniche; inoltre deve essere ammessa una tolleranza del +15% sul valore reale della capacità dei condensatori. Pertanto la corrente nominale dell'interruttore deve essere almeno di $I_{tarth} = 1.53 I_{nc}$.

Infine la taratura della protezione magnetica non dovrà essere inferiore a $I_{tarmag} = 10 I_{nc}$

5 Fornitura della rete

La conoscenza della fornitura della rete è necessaria per l'inizializzazione della stessa al fine di eseguire il calcolo dei guasti.

Le tipologie di fornitura possono essere:

- in bassa tensione
- in media tensione
- in alta tensione
- ad impedenza nota
- in corrente continua

I parametri trovati in questa fase servono per inizializzare il calcolo dei guasti, ossia andranno sommati ai corrispondenti parametri di guasto dell'utenza a valle. Noti i parametri alle sequenze nel punto di fornitura, è possibile inizializzare la rete e calcolare le correnti di cortocircuito secondo le norme CEI EN 60909-0.

Tali correnti saranno utilizzate in fase di scelta delle protezioni per la verifica dei poteri di interruzione delle apparecchiature.

5.1 Bassa tensione

Questa può essere utilizzata quando il circuito è alimentato dalla rete di distribuzione in bassa tensione, oppure quando il circuito da dimensionare è collegato in sottoquadro ad una rete preesistente di cui si conosca la corrente di cortocircuito sul punto di consegna.

I dati richiesti sono:

-
- tensione concatenata di alimentazione espressa in V;
- corrente di cortocircuito trifase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 10 kA).
- corrente di cortocircuito monofase della rete di fornitura espressa in kA (usualmente 6 kA).

Dai primi due valori si determina l'impedenza diretta corrispondente alla corrente di cortocircuito I_{cctrif} , in mΩ:

$$Z_{cctrif} = \frac{V_2}{\sqrt{3} \cdot I_{cctrif}}$$

In base alla tabella fornita dalla norma CEI 17-5 che fornisce il $\cos \phi_{cc}$ di cortocircuito in relazione alla corrente di cortocircuito in kA, si ha:

$50 < I_{cctrif}$	$\cos \phi_{cc} = 0.2$
$20 < I_{cctrif} \leq 50$	$\cos \phi_{cc} = 0.25$
$10 < I_{cctrif} \leq 20$	$\cos \phi_{cc} = 0.3$
$6 < I_{cctrif} \leq 10$	$\cos \phi_{cc} = 0.5$
$4.5 < I_{cctrif} \leq 6$	$\cos \phi_{cc} = 0.7$
$3 < I_{cctrif} \leq 4.5$	$\cos \phi_{cc} = 0.8$
$1.5 < I_{cctrif} \leq 3$	$\cos \phi_{cc} = 0.9$
$I_{cctrif} \leq 1.5$	$\cos \phi_{cc} = 0.95$

da questi dati si ricava la resistenza alla sequenza diretta, in mΩ:

$$R_d = Z_{cctrif} \cdot \cos \phi_{cc}$$

ed infine la relativa reattanza alla sequenza diretta, in m :

$$X_d = \sqrt{Z_{cctrif}^2 - R_d^2}$$

Dalla conoscenza della corrente di guasto monofase I_{k1} , è possibile ricavare i valori dell'impedenza omopolare. Invertendo la formula:

$$I_{k1} = \frac{\sqrt{3} \cdot V_2}{\sqrt{(2 \cdot R_d + R_0)^2 + (2 \cdot X_d + X_0)^2}}$$

con le ipotesi $\frac{R_0}{X_0} = \frac{Z_0}{X_0} \cdot \cos \phi_{cc}$, cioè l'angolo delle componenti omopolari uguale a quello delle componenti dirette, si ottiene:

$$R_0 = \frac{\sqrt{3} \cdot V}{I_{k1}} \cdot \cos \phi_{cc} - 2 \cdot R_d$$

$$X_0 = R_0 \cdot \sqrt{\frac{1}{(\cos \phi_{cc})^2} - 1}$$

6 Calcolo dei guasti

Con il calcolo dei guasti vengono determinate le correnti di cortocircuito minime e massime immediatamente a valle della protezione dell'utenza (inizio linea) e a valle dell'utenza (fondo linea).

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

- guasto trifase (simmetrico);
- guasto bifase (disimmetrico);
- guasto bifase-neutro (disimmetrico);
- guasto bifase-terra (disimmetrico);
- guasto fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

I parametri alle sequenze di ogni utenza vengono inizializzati da quelli corrispondenti dell'utenza a monte che, a loro volta, inizializzano i parametri della linea a valle.

6.1 Calcolo delle correnti massime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito massime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0. Sono previste le seguenti condizioni generali:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori in regime di guasto subtransitorio. Eventuale gestione della attenuazione della corrente per il guasto trifase 'vicino' alla sorgente.
- tensione di alimentazione nominale valutata con fattore di tensione C_{max} ;
- impedenza di guasto minima della rete, calcolata alla temperatura di 20°C.

La resistenza diretta, del conduttore di fase e di quello di protezione, viene riportata a 20 °C, partendo dalla resistenza data dalle tabelle UNEL 35023-2012 che può essere riferita a 70 o 90 °C a seconda dell'isolante, per cui esprimendola in mΩ risulta:

$$R_{dcavo} = \frac{R_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \left(\frac{1}{1 + (\Delta T \cdot 0.004)} \right)$$

dove ΔT è 50 o 70 °C.

Nota poi dalle stesse tabelle la reattanza a 50 Hz, se f è la frequenza d'esercizio, risulta:

$$X_{dcavo} = \frac{X_{cavo}}{1000} \cdot \frac{L_{cavo}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

possiamo sommare queste ai parametri diretti dell'utenza a monte ottenendo così la impedenza di guasto minima a fine utenza.

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza diretta sono:

$$R_{dsbarra} = \frac{R_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{dsbarra} = \frac{X_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{L_{sbarra}}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

Per le utenze con impedenza nota, le componenti della sequenza diretta sono i valori stessi di resistenza e reattanza dell'impedenza.

Per quanto riguarda i parametri alla sequenza omopolare, occorre distinguere tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ottengono da quelli diretti tramite le:

$$R_{0cavoNeutro} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro}$$

$$X_{0cavoNeutro} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$R_{0cavoPE} = R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoPE}$$

$$X_{0cavoPE} = 3 \cdot X_{dcavo}$$

dove le resistenze $R_{0cavoNeutro}$ e $R_{0cavoPE}$ vengono calcolate come la R_{dcavo} .

Per le utenze in condotto in sbarre, le componenti della sequenza omopolare sono distinte tra conduttore di neutro e conduttore di protezione.

Per il conduttore di neutro si ha:

$$R_{0sbarraNeutro} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraNeutro}$$

$$X_{0sbarraNeutro} = 3 \cdot X_{dsbarra}$$

Per il conduttore di protezione viene utilizzato il parametro di reattanza dell'anello di guasto fornito dai costruttori:

$$R_{0sbarraPE} = R_{dsbarra} + 3 \cdot R_{dsbarraPE}$$

$$X_{0sbarraPE} = X_{dsbarra} + 3 \cdot (X_{anello_guasto} - X_{dsbarra})$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, dell'utenza a monte, espressi in m Ω :

$$R_d = R_{dcavo} + R_{dmonte}$$

$$X_d = X_{dcavo} + X_{dmonte}$$

$$R_{0Neutro} = R_{0cavoNeutro} + R_{0monteNeutro}$$

$$X_{0Neutro} = X_{0cavoNeutro} + X_{0monteNeutro}$$

$$R_{0PE} = R_{0cavoPE} + R_{0montePE}$$

$$X_{0PE} = X_{0cavoPE} + X_{0montePE}$$

Per le utenze in condotto in sbarre basta sostituire *sbarra a cavo*.

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

Noti questi parametri vengono calcolate le impedenze (in m Ω) di guasto trifase:

$$Z_{k\min} = \sqrt{R_d^2 + X_d^2}$$

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1Neutro\min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutro})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutro})^2}$$

Fase terra:

$$Z_{k1PE\min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0PE})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0PE})^2}$$

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase I_{kmax} , fase neutro $I_{k1Neutromax}$, fase terra $I_{k1PEmax}$ e bifase I_{k2max} espresse in kA:

$$I_{k \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k \min}}$$

$$I_{k1 \text{Neutr} \text{om} \text{ax}} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1 \text{Neutr} \text{om} \text{in}}}$$

$$I_{k1 \text{PE} \text{max}} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1 \text{PE} \text{min}}}$$

$$I_{k2 \text{max}} = \frac{V_n}{2 \cdot Z_{k \min}}$$

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti (CEI EN 60909-0 par. 9.1.1.):

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k \max}$$

$$I_{p1 \text{Neutr} \text{o}} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1 \text{Neutr} \text{om} \text{ax}}$$

$$I_{p1 \text{PE}} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1 \text{PE} \text{max}}$$

$$I_{p2} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2 \text{max}}$$

dove:

$$\kappa \approx 1.02 + 0.98 \cdot e^{-3 \frac{R_d}{X_d}}$$

Calcolo della corrente di cresta per guasto trifase secondo la norma IEC 61363-1: Electrical installations of ships. Se richiesto, I_p può essere calcolato applicando il metodo semplificato della norma riportato al paragrafo 6.2.5 Neglecting short-circuit current decay. Esso prevede l'utilizzo di un coefficiente $k = 1.8$ che tiene conto della massima asimmetria della corrente dopo il primo semiperiodo di guasto.

6.2 Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 2.5 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione di 0.95 (tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;
- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

Le temperature sono riportate in relazione al tipo di isolamento del cavo, precisamente:

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160

G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

Da queste è possibile calcolare le resistenze alla sequenza diretta e omopolare alla temperatura relativa all'isolamento del cavo:

$$R_{d\max} = R_d \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0Neutro} = R_{0Neutro} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

$$R_{0PE} = R_{0PE} \cdot (1 + 0.004 \cdot (T_{\max} - 20))$$

Queste, sommate alle resistenze a monte, danno le resistenze minime.

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase I_{k1min} e fase terra, espresse in kA:

$$I_{k\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k\max}}$$

$$I_{k1Neutro\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutro\max}}$$

$$I_{k1PE\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1PE\max}}$$

$$I_{k2\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{2 \cdot Z_{k\max}}$$

6.3 Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

Riportiamo le formule utilizzate per il calcolo dei guasti. Chiamiamo con Z_d la impedenza diretta della rete, con Z_i l'impedenza inversa, e con Z_0 l'impedenza omopolare.

Nelle formule riportate in seguito, Z_0 corrisponde all'impedenza omopolare fase-neutro o fase-terra.

$$I_{k2} = \left| -j \cdot V_n \cdot \frac{\dot{Z}_0 - \alpha \cdot \dot{Z}_i}{\dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_i + \dot{Z}_d \cdot \dot{Z}_0 + \dot{Z}_i \cdot \dot{Z}_0} \right|$$

e la corrente di picco:

$$I_{p2} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k2\max}$$

7 Motori asincroni

Le variabili caratteristiche del motore sono:

- Urm tensione nominale del motore [V] (concatenata per motori trifasi, di fase per motori monofasi collegati fase-neutro o fase-fase);

- I_{rm} corrente nominale del motore [A];
- S_{rm} potenza elettrica apparente nominale [kVA];
- P numero di coppie polari;
- I_{lr}/I_{rm} rapporto tra la corrente a motore bloccato (di c.c.) e la corrente nominale del motore;
- Fattore di potenza allo spunto.
- Possibilità di avviamento stella/triangolo per i motori trifasi, per cui si diminuisce I_{lr}/I_{rm} di 3.

Si calcola l'impedenza del motore:

$$Z_M = \frac{1}{I_{lr}/I_{rm}} \cdot \frac{U_{rm}^2}{S_{rm}}$$

7.1 Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini

Se il motore (o generatore) è vicino al punto di guasto, occorre calcolare i coefficienti μ e q per ottenere la corrente di interruzione i_b tenendo conto del tempo di ritardo (di default pari a 0.02s).

Il coefficiente μ si calcola secondo la seguente tabella:

$$\mu = 0.84 + 0.26 \cdot e^{-0.26 \cdot (I_{lr}/I_{rm})} \quad t_{\min} = 0.02 \text{ s}$$

$$\mu = 0.71 + 0.51 \cdot e^{-0.30 \cdot (I_{lr}/I_{rm})} \quad t_{\min} = 0.05 \text{ s}$$

$$\mu = 0.62 + 0.72 \cdot e^{-0.32 \cdot (I_{lr}/I_{rm})} \quad t_{\min} = 0.10 \text{ s}$$

$$\mu = 0.56 + 0.94 \cdot e^{-0.38 \cdot (I_{lr}/I_{rm})} \quad t_{\min} \geq 0.25 \text{ s}$$

se $I_{lr}/I_{rm} \leq 2$ allora $\mu = 1$.

Per il coefficiente q si deve prendere la potenza attiva meccanica espressa in MW e dividerla per il numero di coppie polari P al fine di ottenere la variabile m :

$$m = \frac{S_{rm} \cdot \cos \varphi \cdot \eta}{1000 \cdot P}$$

con $\cos \varphi$ fattore di potenza e η rendimento del motore.

Quindi:

$$q = 1.03 + 0.12 \cdot \ln m \quad t_{\min} = 0.02 \text{ s}$$

$$q = 0.79 + 0.12 \cdot \ln m \quad t_{\min} = 0.05 \text{ s}$$

$$q = 0.57 + 0.12 \cdot \ln m \quad t_{\min} = 0.10 \text{ s}$$

$$q = 0.26 + 0.10 \cdot \ln m \quad t_{\min} \geq 0.25 \text{ s}$$

Se $q > 1$ si pone $q = 1$.

Si divide Z_M per i coefficienti μ e q per ottenere l'impedenza equivalente vista al momento del guasto:

$$Z_{Mib} = \frac{Z_M}{\mu \cdot q}$$

Da cui, a seconda della tensione e della potenza del motore, possiamo avere:

$X_M = 0.995 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.10 \cdot X_M$	per motori a media tensione con potenza Prm per paio poli ≥ 1 MW
--	--

$X_M = 0.989 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.15 \cdot X_M$	per motori a media tensione con potenza Prm per paia poli < 1 MW
$X_M = 0.922 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.42 \cdot X_M$	per motori a bassa tensione

Per le componenti alle sequenze si considerano le sole componenti dirette mentre quelle omopolari non vengono considerate, in quanto il contributo ai guasti lo danno solo i motori trifasi. Essi contribuiscono ai guasti trifasi e a quelli bifasi nelle utenze trifasi e bifasi.

$$R_d = R_M$$

$$X_d = X_M$$

8 Scelta delle protezioni

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

- corrente nominale, secondo cui si è dimensionata la conduttura;
- numero poli;
- tipo di protezione;
- tensione di impiego, pari alla tensione nominale della utenza;
- potere di interruzione, il cui valore dovrà essere superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza $I_{km max}$;
- taratura della corrente di intervento magnetico, il cui valore massimo per garantire la protezione contro i contatti indiretti (in assenza di differenziale) deve essere minore della minima corrente di guasto alla fine della linea ($I_{mag max}$).

9 Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

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

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

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

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

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

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

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

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

Note:

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

10 Verifica di selettività

E' verificata la selettività tra protezioni mediante la sovrapposizione delle curve di intervento. I dati forniti dalla sovrapposizione, oltre al grafico sono:

- Corrente I_a di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;

- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).
- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

Nelle valutazioni si deve tenere conto delle tolleranze sulle caratteristiche date dai costruttori.

Quando possibile, alla selettività grafica viene affiancata la selettività tabellare tramite i valori forniti dalle case costruttrici. I valori forniti corrispondono ai limiti di selettività in A relativi ad una coppia di protezioni poste una a monte dell'altra. La corrente di guasto minima a valle deve risultare inferiore a tale parametro per garantire la selettività.

11 Riferimenti normativi

11.1 Norme di riferimento per la Bassa tensione:

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIa Ed. (IEC 60909-0:2001-07): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) VIIIa Ed. 2007-07: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.

- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU “Prodotti da Costruzione” (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2012: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.
- CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

marzo 2018

IL PROGETTISTA

Fornitura

Progettista	Per. Ind. GIANLUIGI MAGRI
N° iscrizione albo	1181 BERGAMO
Titolo impianto	PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA
Descrizione	PROGETTO ESECUTIVO
Committente	AMM COMUNALE DI PONTE S. PIETRO
Comune di	PONTE S. PIETRO (BG) - CENTRO "LA PROPOSTA"
Data	21/03/2018

Fornitura

Data: 21/03/2018

PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA

AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO

Tipo di fornitura: **Bassa tensione**

Corrente di cortocircuito della rete: **15 kA**

Tensione concatenata di fornitura: **400 V**

Sistema fornitura e parametri di terra

Sistema: **TT**

Resistenza di terra impianto: **20 ohm**

Parametri elettrici

Potenza totale assorbita: **50 kW**

Fattore di potenza: **0,883**

Corrente totale di impiego: **81,8 A**

Parametri di guasto lato fornitura

Rd a 20° C: **4,62 mohm**

Xd: **14,7 mohm**

RO a 20° C: **4,62 mohm**

XO: **14,7 mohm**

Ik: **15 kA**

Ik1: **15 kA**

Potenze impianto

Progettista	Per. Ind. GIANLUIGI MAGRI
N° iscrizione albo	1181 BERGAMO
Titolo impianto	PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA
Descrizione	PROGETTO ESECUTIVO
Committente	AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO
Comune di	PONTE S. PIETRO (BG) - CENTRO "LA PROPOSTA"
Data	21/03/2018

Potenze impianto

Data: 21/03/2018

PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA

AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO

Sigla utenza	Sist.	Circuito	Vn [V]	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Cos Fi	Qn [kVAR]	Qrif [kVAR]	K tr.	Ptrasf [kVA]	Ptot [kVA]	Pdisp [kVA]
+ ESTERNO.QS													
QS-IS	TT	3F+N (Distr.)	400	35	1	35	0,876	19,2	n.d.	1	39,9	69,3	29,4
QS-QE	TT	3F+N (Term.)	400	15	1	15	0,9	7,26	n.d.	1	16,7	86,6	69,9
+ LOC_TECNICO PALESTRA.QG													
QG-L1-FM	TT	L2-N (Term.)	231	0,3	1	0,3	0,85	0,186	n.d.	1	0,353	3,7	3,34
QG-SG	TT	3F+N (Distr.)	400	43,7	0,8	35	0,876	19,2	n.d.	1	39,9	69,3	29,4
QG-L2-FM	TT	L1-N (Term.)	231	0,3	1	0,3	0,85	0,186	n.d.	1	0,353	3,7	3,34
QG-QCT	TT	3F+N (Distr.)	400	22	1	22	0,856	13,3	n.d.	1	25,8	55,4	29,7
QG-TAB	TT	L2-N (Term.)	231	0,15	1	0,15	0,9	0,073	n.d.	1	0,167	2,31	2,14
QG-PIC	TT	3F+N (Term.)	400	6	1	6	0,85	3,72	n.d.	0,1	0,706	11,1	4,03
QG-VENT	TT	L3-N (Term.)	231	0,3	1	0,3	0,85	0,186	n.d.	1	0,353	3,7	3,34
QG-L1LDX	TT	L2-N (Distr.)	231	1,6	1	1,6	0,9	0,775	n.d.	1	1,78	3,7	1,92
QG-L2LDX	TT	L3-N (Term.)	231	1,26	1	1,26	0,9	0,61	n.d.	1	1,4	3,7	2,3
QG-L1LSX	TT	L3-N (Distr.)	231	1,6	1	1,6	0,9	0,775	n.d.	1	1,78	3,7	1,92
QG-L2LSX	TT	L2-N (Term.)	231	1,26	1	1,26	0,9	0,61	n.d.	1	1,4	3,7	2,3
QG-LEM	TT	L1-N (Term.)	231	0,1	1	0,1	0,9	0,048	n.d.	1	0,111	2,31	2,2
QG-LUS	TT	L2-N (Term.)	231	0,1	1	0,1	0,9	0,048	n.d.	1	0,111	2,31	2,2
QG-P1-MAG	TT	L3-N (Term.)	231	2,5	1	2,5	0,9	1,21	n.d.	0,1	0,278	3,7	0,918
QG-P2-CORR	TT	L3-N (Term.)	231	2,5	1	2,5	0,9	1,21	n.d.	0,1	0,278	3,7	0,918
QG-P3-SPOG	TT	L1-N (Term.)	231	2,5	1	2,5	0,9	1,21	n.d.	0,1	0,278	3,7	0,918
QG-P4-BAGNI	TT	L2-N (Term.)	231	2,5	1	2,5	0,9	1,21	n.d.	0,1	0,278	3,7	0,918
QG-AM-BAG	TT	L3-N (Term.)	231	0,1	1	0,1	0,9	0,048	n.d.	1	0,111	3,7	3,58
QG-PAS-SP1	TT	L3-N (Term.)	231	2	1	2	0,9	0,969	n.d.	1	2,22	3,7	1,47

Potenze impianto

Data: 21/03/2018

PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA

AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO

Sigla utenza	Sist.	Circuito	Vn [V]	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Cos Fi	Qn [kVAR]	Qrif [kVAR]	K tr.	Ptrasf [kVA]	Ptot [kVA]	Pdisp [kVA]
QG-PAS-SP2	TT	L2-N (Term.)	231	2	1	2	0,9	0,969	n.d.	1	2,22	3,7	1,47
QG-PAS-SP3	TT	L1-N (Term.)	231	2	1	2	0,9	0,969	n.d.	1	2,22	3,7	1,47
QG-PAS-SP4	TT	L1-N (Term.)	231	2	1	2	0,9	0,969	n.d.	1	2,22	3,7	1,47
QG-AMI-SPOG	TT	L2-N (Term.)	231	0,2	1	0,2	0,9	0,097	n.d.	1	0,222	3,7	3,47
QG-AM2-SPOG	TT	L1-N (Term.)	231	0,2	1	0,2	0,9	0,097	n.d.	1	0,222	3,7	3,47
QG-L-MAG	TT	L1-N (Term.)	231	0,7	1	0,7	0,9	0,339	n.d.	1	0,778	2,31	1,53
QG-L1-CORR	TT	L3-N (Term.)	231	0,25	1	0,25	0,9	0,121	n.d.	1	0,278	2,31	2,03
QG-L2-CORR	TT	L1-N (Term.)	231	0,25	1	0,25	0,9	0,121	n.d.	1	0,278	2,31	2,03
QG-L1-SP	TT	L2-N (Term.)	231	0,7	1	0,7	0,9	0,339	n.d.	1	0,778	2,31	1,53
QG-L2-SP	TT	L1-N (Term.)	231	0,7	1	0,7	0,9	0,339	n.d.	1	0,778	2,31	1,53
QG-L1-ES	TT	L2-N (Term.)	231	0,33	1	0,33	0,9	0,16	n.d.	1	0,367	2,31	1,94
QG-L2-ES-DX	TT	L2-N (Term.)	231	0,12	1	0,12	0,9	0,058	n.d.	1	0,133	2,31	2,18
QG-L3-ES-SX	TT	L3-N (Term.)	231	0,12	1	0,12	0,9	0,058	n.d.	1	0,133	2,31	2,18
QG-L4-ES-I	TT	L3-N (Term.)	231	0,6	1	0,6	0,9	0,291	n.d.	1	0,667	2,31	1,64
QG-CRI	TT	L1-N (Term.)	231	0,15	1	0,15	0,9	0,073	n.d.	1	0,167	2,31	2,14
QG-CAI	TT	L1-N (Term.)	231	0,1	1	0,1	0,9	0,048	n.d.	1	0,111	2,31	2,2
QG-CTVCC	TT	L3-N (Term.)	231	0,1	1	0,1	0,9	0,048	n.d.	1	0,111	2,31	2,2
QG-EVAC	TT	L2-N (Term.)	231	0,5	1	0,5	0,9	0,242	n.d.	1	0,556	3,7	3,14

+ CENTRALE TERMICA.QCT

QCT-SG	TT	3F+N (Distr.)	400	22	1	22	0,856	13,3	n.d.	1	25,8	55,4	29,7
QCT-PDC	TT	3F+N (Term.)	400	17,2	1	17,2	0,85	10,7	n.d.	1	20,2	34,6	14,4
QCT-G-EP	TT	3F+N (Distr.)	400	1,8	1	1,8	0,9	0,872	n.d.	1	2	22,2	20,2
QCT-L1-REC	TT	L1-N (Term.)	231	1,3	1	1,3	0,85	0,806	n.d.	1	1,53	3,7	2,17

Potenze impianto

Data: 21/03/2018

PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA

AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO

Sigla utenza	Sist.	Circuito	Vn [V]	Pn [kW]	Coef.	Pd [kW]	Cos Fi	Qn [kVAR]	Qrif [kVAR]	K tr.	Ptrasf [kVA]	Ptot [kVA]	Pdisp [kVA]
QCT-L2-REC	TT	L3-N (Term.)	231	1,2	1	1,2	0,85	0,744	n.d.	1	1,41	3,7	2,28
QCT-P	TT	L2-N (Term.)	231	3	1	3	0,9	1,45	n.d.	0,1	0,333	3,7	0,363
QCT-L	TT	L2-N (Term.)	231	0,25	1	0,25	0,9	0,121	n.d.	1	0,278	2,31	2,03
QCT-CALD	TT	L3-N (Term.)	231	0,4	1	0,4	0,9	0,194	n.d.	1	0,444	2,31	1,87
QCT-P14	TT	L2-N (Term.)	231	0,25	1	0,25	0,9	0,121	n.d.	1	0,278	2,31	2,03
QCT-P15	TT	L2-N (Term.)	231	0,25	1	0,25	0,9	0,121	n.d.	1	0,278	2,31	2,03
QCT-P18	TT	L1-N (Term.)	231	0,25	1	0,25	0,9	0,121	n.d.	1	0,278	2,31	2,03
QCT-P19	TT	L1-N (Term.)	231	0,25	1	0,25	0,9	0,121	n.d.	1	0,278	2,31	2,03
QCT-P29	TT	L3-N (Term.)	231	0,15	1	0,15	0,9	0,073	n.d.	1	0,167	2,31	2,14
QCT-P36	TT	L2-N (Term.)	231	0,15	1	0,15	0,9	0,073	n.d.	1	0,167	2,31	2,14
QCT-REG	TT	L1-N (Term.)	231	0,05	1	0,05	0,9	0,024	n.d.	1	0,056	2,31	2,25
QCT-AUX	TT	L1-N (Term.)	231	0,05	1	0,05	0,9	0,024	n.d.	1	0,056	2,31	2,25

Legenda

Pn: potenza nominale dei carichi a valle dell'utenza.

Coef.: coefficiente di contemporaneità (distribuzioni) o di utilizzo (terminali)

Pd: potenza di dimensionamento dell'utenza.

Qn: potenza reattiva dei carichi a valle dell'utenza

Qrif: potenza reattiva nominale di rifasamento locale di un'utenza terminale

K tr: coefficiente di trasferimento potenza a monte.

Ptrasf: potenza trasferita a monte.

Ptot: potenza massima utilizzabile.

Pdisp: potenza disponibile.

Cavetteria

Progettista	Per. Ind. GIANLUIGI MAGRI
N° iscrizione albo	1181 BERGAMO
Titolo impianto	PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA
Descrizione	PROGETTO ESECUTIVO
Committente	AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO
Comune di	PONTE S. PIETRO (BG) - CENTRO "LA PROPOSTA"
Data	21/03/2018

Cavetteria

Data: 21/03/2018

PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA

AMM COMUNALE DI PONTE S. PIETRO

Sigla utenza	Formazione	Designazione	I sol.	Mat.	Lc [m]	Prx.	T [°C]	k	Iz [A]	K ² S ² [A ² s]	CdtT I b [%]	CdtT I n [%]
+ ESTERNO.QS												
QS-IS	3x(1x70)+ 1x35	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	155	1	20	0,9	165,6	1,002E+08	1,38	2,4
QS-QE	3x(1x35)+ 1x25	FG7R 0.6/1 kV	EPR	RAME	5	4	30	0,7	126,8	2,505E+07	0,048	0,218
+ LOC_TECNICO PALESTRA.QG												
QG-L1-FM	3G2.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	65	9	30	0,7	23,1	1,278E+05	2,13	10,3
QG-L2-FM	3G2.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	75	9	30	0,7	23,1	1,278E+05	2,24	11,5
QG-QCT	5G25	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	35	9	30	0,7	83,3	1,278E+07	1,95	3,57
QG-TAB	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	65	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	2	11,1
QG-PIC	5G4	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	55	9	30	0,7	28	3,272E+05	2,7	4,47
QG-VENT	3G2.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	75	9	30	0,7	23,1	1,278E+05	2,18	11,5
QG-L1LDX	3G2.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	45	9	30	0,7	23,1	1,278E+05	3,41	8,15
QG-L2LDX	3G2.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	40	9	30	0,7	23,1	1,278E+05	3,25	7,51
QG-L1LSX	3G4	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	85	9	30	0,7	31,5	3,272E+05	3,84	9,16
QG-L2LSX	3G4	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	80	9	30	0,7	31,5	3,272E+05	3,79	8,76
QG-LEM	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	80	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,89	13,1
QG-LUS	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	90	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,95	14,4
QG-P1-MAG	2x(1x2.5)+ 1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	20	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	3,24	4,95
QG-P2-CORR	2x(1x2.5)+ 1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	25	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	3,72	5,59
QG-P3-SPOG	2x(1x2.5)+ 1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	20	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	3,3	4,95
QG-P4-BAGNI	2x(1x2.5)+ 1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	25	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	3,79	5,59
QG-AM-BAG	2x(1x2.5)+ 1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	30	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	1,43	6,23
QG-PAS-SP1	2x(1x2.5)+ 1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	15	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	2,47	4,31
QG-PAS-SP2	2x(1x2.5)+ 1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	15	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	2,53	4,31

Cavetteria

Data: 21/03/2018

PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA

AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO

Sigla utenza	Formazione	Designazione	I sol.	Mat.	Lc [m]	Prx.	T [°C]	k	Iz [A]	K ² S ² [A ² s]	CdtT I b [%]	CdtT I n [%]
QG-PAS-SP3	2x(1x2.5)+1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	15	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	2,53	4,31
QG-PAS-SP4	2x(1x2.5)+1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	20	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	2,92	4,95
QG-AMI-SPOG	2x(1x2.5)+1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	30	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	1,61	6,23
QG-AM2-SPOG	2x(1x2.5)+1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	25	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	1,57	5,59
QG-L-MAG	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	25	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	2,5	5,72
QG-L1-CORR	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	30	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,79	6,38
QG-L2-CORR	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	30	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,86	6,38
QG-L1-SP	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	35	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	2,95	7,05
QG-L2-SP	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	30	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	2,72	6,38
QG-L1-ES	3G2.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	60	5	20	0,6	19,5	1,278E+05	2,14	7,19
QG-L2-ES-DX	3G2.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	85	5	20	0,6	19,5	1,278E+05	1,77	9,19
QG-L3-ES-SX	3G2.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	75	5	20	0,6	19,5	1,278E+05	1,66	8,39
QG-L4-ES-I	3G2.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	40	5	20	0,6	19,5	1,278E+05	2,23	5,59
QG-CRI	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	5	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,43	3,06
QG-CAI	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	5	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,41	3,06
QG-CTVCC	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	5	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,34	3,06
QG-EVAC	3G2.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	5	9	30	0,7	23,1	1,278E+05	1,47	3,04

+ CENTRALE TERMICA.QCT

QCT-PDC	5G10	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	12	8	30	0,7	50,4	2,045E+06	2,27	4,12
QCT-L1-REC	3G4	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	30	9	30	0,7	31,5	3,272E+05	2,88	5,82
QCT-L2-REC	3G4	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	54	9	30	0,7	31,5	3,272E+05	3,37	7,63
QCT-P	2x(1x2.5)+1G2.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	8	3	30	0,7	21,7	1,278E+05	2,73	4,59
QCT-L	2x(1x1.5)+1G1.5	FG17 450/750V Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	10	3	30	0,7	16,1	4,601E+04	1,97	4,9

Cavetteria

Data: 21/03/2018

PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA

AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO

Sigla utenza	Formazione	Designazione	I sol.	Mat.	Lc [m]	Prx.	T [°C]	k	Iz [A]	K ² S ² [A ² s]	CdtT I b [%]	CdtT I n [%]
QCT-CALD	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	10	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	2,07	4,9
QCT-P14	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	10	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,97	4,9
QCT-P15	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	10	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,97	4,9
QCT-P18	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	10	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	2,11	4,9
QCT-P19	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	10	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	2,11	4,9
QCT-P29	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	10	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,91	4,9
QCT-P36	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	10	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,91	4,9
QCT-REG	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	10	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,98	4,9
QCT-AUX	3G1.5	FG160M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1	EPR	RAME	1	9	30	0,7	16,8	4,601E+04	1,95	3,7

Legenda

Lc: lunghezza cavo [m]

Prx.: numero circuiti in prossimità

T: temperatura ambiente [°C]

k: coefficiente di declassamento cavo

CdtT I b: caduta di tensione totale alla corrente I b

CdtT I n: caduta di tensione totale alla corrente I n

-[C]: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze

|C|: il Conduttore dell'utenza è comune ad altre utenze (neutri separati)

C!: utilizza il Conduttore di un'altra utenza

-[PE]: il PE dell'utenza è comune ad altre utenze

PE!: utilizza il PE di un'altra utenza

Verifiche

Progettista	Per. Ind. GIANLUIGI MAGRI
N° iscrizione albo	1181 BERGAMO
Titolo impianto	PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA
Descrizione	PROGETTO ESECUTIVO
Committente	AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO
Comune di	PONTE S. PIETRO (BG) - CENTRO "LA PROPOSTA"
Data	21/03/2018

Verifiche

Data: 21/03/2018

PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA

AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO

Sigla utenza	Coord. $I_b < I_n < I_z$	PdI	$K^2 S^2 > I^2 t$	Sg. mag. $< I_{magmax}$	Contatti ind.	CdtT I_b
+ ESTERNO.QS						
QS-IS	57,8 < = 100 < = 165,6 A	18 > = 15,1 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	1,38 < = 4 %
QS-QE	24,1 < = 125 < = 126,8 A	18 > = 15,1 kA	Verificato	1250 < 8891 A	Verificato	0,048 < = 4 %
+ LOC_TECNICO PALESTRA.QG						
QG-L1-FM	1,53 < = 16 < = 23,1 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,13 < = 4 %
QG-SG	57,8 < = 100 A ($I_b < I_n$)		n.d.		Verificato	1,38 < = 4 %
QG-L2-FM	1,53 < = 16 < = 23,1 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,24 < = 4 %
QG-QCT	38,7 < = 80 < = 83,3 A	20 > = 4,21 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	1,95 < = 4 %
QG-TAB	0,722 < = 10 < = 16,8 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2 < = 4 %
QG-PIC	10,2 < = 16 < = 28 A	10 > = 4,21 kA	Verificato	160 < 169,4 A	Verificato	2,7 < = 4 %
QG-VENT	1,53 < = 16 < = 23,1 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,18 < = 4 %
QG-L1LDX	7,7 < = 16 < = 23,1 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	3,41 < = 4 %
QG-L2LDX	6,06 < = 16 < = 23,1 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	3,25 < = 4 %
QG-L1LSX	7,7 < = 16 < = 31,5 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	3,84 < = 4 %
QG-L2LSX	6,06 < = 16 < = 31,5 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	3,79 < = 4 %
QG-LEM	0,481 < = 10 < = 16,8 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	1,89 < = 4 %
QG-LUS	0,481 < = 10 < = 16,8 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	1,95 < = 4 %
QG-P1-MAG	12 < = 16 < = 21,7 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 254 A	Verificato	3,24 < = 4 %
QG-P2-CORR	12 < = 16 < = 21,7 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 215,9 A	Verificato	3,72 < = 4 %
QG-P3-SPOG	12 < = 16 < = 21,7 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 254 A	Verificato	3,3 < = 4 %
QG-P4-BAGNI	12 < = 16 < = 21,7 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 215,9 A	Verificato	3,79 < = 4 %
QG-AM-BAG	0,481 < = 16 < = 21,7 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 187,7 A	Verificato	1,43 < = 4 %
QG-PAS-SP1	9,62 < = 16 < = 21,7 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 308,3 A	Verificato	2,47 < = 4 %
QG-PAS-SP2	9,62 < = 16 < = 21,7 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 308,3 A	Verificato	2,53 < = 4 %

Verifiche

Data: 21/03/2018

PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA

AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO

Sigla utenza	Coord. $I_b < I_n < I_z$	Pdl	$K^2 S^2 > I^2 t$	Sg. mag. $< I_{magmax}$	Contatti ind.	CdtT I_b
QG-PAS-SP3	9,62 < = 16 < = 21,7 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 308,3 A	Verificato	2,53 < = 4 %
QG-PAS-SP4	9,62 < = 16 < = 21,7 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 254 A	Verificato	2,92 < = 4 %
QG-AMI-SPOG	0,962 < = 16 < = 21,7 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 187,7 A	Verificato	1,61 < = 4 %
QG-AM2-SPOG	0,962 < = 16 < = 21,7 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 215,9 A	Verificato	1,57 < = 4 %
QG-L-MAG	3,37 < = 10 < = 16,8 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	100 < 143,9 A	Verificato	2,5 < = 4 %
QG-L1-CORR	1,2 < = 10 < = 16,8 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	100 < 123,3 A	Verificato	1,79 < = 4 %
QG-L2-CORR	1,2 < = 10 < = 16,8 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	100 < 123,3 A	Verificato	1,86 < = 4 %
QG-L1-SP	3,37 < = 10 < = 16,8 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	100 < 107,9 A	Verificato	2,95 < = 4 %
QG-L2-SP	3,37 < = 10 < = 16,8 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	100 < 123,3 A	Verificato	2,72 < = 4 %
QG-L1-ES	1,59 < = 10 < = 19,5 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	100 < 105,3 A	Verificato	2,14 < = 4 %
QG-L2-ES-DX	0,577 < = 10 < = 19,5 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	1,77 < = 4 %
QG-L3-ES-SX	0,577 < = 10 < = 19,5 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	1,66 < = 4 %
QG-L4-ES-I	2,89 < = 10 < = 19,5 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	100 < 148,9 A	Verificato	2,23 < = 4 %
QG-CRI	0,722 < = 10 < = 16,8 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	100 < 431,4 A	Verificato	1,43 < = 4 %
QG-CAI	0,481 < = 10 < = 16,8 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	100 < 431,4 A	Verificato	1,41 < = 4 %
QG-CTVCC	0,481 < = 10 < = 16,8 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	100 < 431,4 A	Verificato	1,34 < = 4 %
QG-EVAC	2,4 < = 16 < = 23,1 A	4,5 > = 1,66 kA	Verificato	160 < 538,9 A	Verificato	1,47 < = 4 %

+ CENTRALE TERMI CA.QCT

QCT-SG	38,7 < = 80 A ($I_b < I_n$)		n.d.		Verificato	1,95 < = 4 %
QCT-PDC	29,2 < = 50 < = 50,4 A	6 > = 2,88 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	2,27 < = 4 %
QCT-G-EP	3,13 < = 32 A ($I_b < I_n$)	6 > = 2,88 kA	n.d.	320 < 610,9 A	Verificato	1,95 < = 4 %
QCT-L1-REC	6,62 < = 16 < = 31,5 A	6 > = 1,2 kA	Verificato	160 < 237 A	Verificato	2,88 < = 4 %
QCT-L2-REC	6,11 < = 16 < = 31,5 A	6 > = 1,2 kA	Verificato	Prot. contatti indiretti	Verificato	3,37 < = 4 %
QCT-P	14,4 < = 16 < = 21,7 A	6 > = 1,2 kA	Verificato	160 < 364,2 A	Verificato	2,73 < = 4 %

Verifiche

Data: 21/03/2018

PROGETTO IMP. ELETTRICO NUOVA PALESTRA

AMM. COMUNALE DI PONTE S. PIETRO

Sigla utenza	Coord. $I_b < I_n < I_z$	PdI	$K^2 S^2 > I^2 t$	Sg. mag. $< I_{magmax}$	Contatti ind.	CdtT I_b
QCT-L	$1,2 < = 10 < = 16,1 \text{ A}$	$4,5 > = 1,2 \text{ kA}$	Verificato	$100 < 253,2 \text{ A}$	Verificato	$1,97 < = 4 \%$
QCT-CALD	$1,92 < = 10 < = 16,8 \text{ A}$	$10 > = 1,2 \text{ kA}$	Verificato	$100 < 253,2 \text{ A}$	Verificato	$2,07 < = 4 \%$
QCT-P14	$1,2 < = 10 < = 16,8 \text{ A}$	$10 > = 1,2 \text{ kA}$	Verificato	$100 < 253,2 \text{ A}$	Verificato	$1,97 < = 4 \%$
QCT-P15	$1,2 < = 10 < = 16,8 \text{ A}$	$10 > = 1,2 \text{ kA}$	Verificato	$100 < 253,2 \text{ A}$	Verificato	$1,97 < = 4 \%$
QCT-P18	$1,2 < = 10 < = 16,8 \text{ A}$	$10 > = 1,2 \text{ kA}$	Verificato	$100 < 253,2 \text{ A}$	Verificato	$2,11 < = 4 \%$
QCT-P19	$1,2 < = 10 < = 16,8 \text{ A}$	$10 > = 1,2 \text{ kA}$	Verificato	$100 < 253,2 \text{ A}$	Verificato	$2,11 < = 4 \%$
QCT-P29	$0,722 < = 10 < = 16,8 \text{ A}$	$10 > = 1,2 \text{ kA}$	Verificato	$100 < 253,2 \text{ A}$	Verificato	$1,91 < = 4 \%$
QCT-P36	$0,722 < = 10 < = 16,8 \text{ A}$	$10 > = 1,2 \text{ kA}$	Verificato	$100 < 253,2 \text{ A}$	Verificato	$1,91 < = 4 \%$
QCT-REG	$0,241 < = 10 < = 16,8 \text{ A}$	$10 > = 1,2 \text{ kA}$	Verificato	$100 < 253,2 \text{ A}$	Verificato	$1,98 < = 4 \%$
QCT-AUX	$0,241 < = 10 < = 16,8 \text{ A}$	$10 > = 1,2 \text{ kA}$	Verificato	$100 < 535,4 \text{ A}$	Verificato	$1,95 < = 4 \%$

Legenda

PdI: potere di interruzione o di cortocircuito della protezione

I_{magmax} : corrente magnetica massima pari alla corrente di guasto minima

$K^2 S^2 > I^2 t$: verifica a cortocircuito della linea ("n.d." indica verifica non gestita)

Temperature di riferimento per il calcolo delle correnti minime di cortocircuito secondo: (CEI EN 60909-0)

CdtT I_b : caduta di tensione totale alla corrente I_b

Palestra Comunale

-CALCOLI ILLUMINOTECNICI-

Nuova Palestra comunale nel centro "La Proposta"
Ponte San Pietro (BG)

Responsabile: Arch. Gualtiero Oberti
No. ordine: 01118

Data: 22.03.2018
Redattore: STUDIO PROGETTI ELETTRICI



Redattore STUDIO PROGETTI ELETTRICI
 Telefono 035 839150
 Fax
 e-Mail info@elettrostudio.net

Indice

Palestra Comunale	
Copertina progetto	1
Indice	2
QUATTROBI LM020-BIC-01	
Scheda tecnica apparecchio	3
LINERGY s.r.l. EL24N10EBRT-HH EVOLUTION LED 1300LM 1H SE IP42 ENERG...	
Scheda tecnica apparecchio	4
Thorn 96644685 AFP L 144L70-740 A/S4 HFX CL1 [STD]	
Scheda tecnica apparecchio	5
Palestra	
Riepilogo	6
Superfici locale	
Superficie campo	
Isolinee (E, perpendicolare)	7
Superficie tribune	
Isolinee (E, perpendicolare)	8
Palestra Emergenza	
Riepilogo	9
Spogliatoio	
Riepilogo	10
Corridoio	
Riepilogo	11

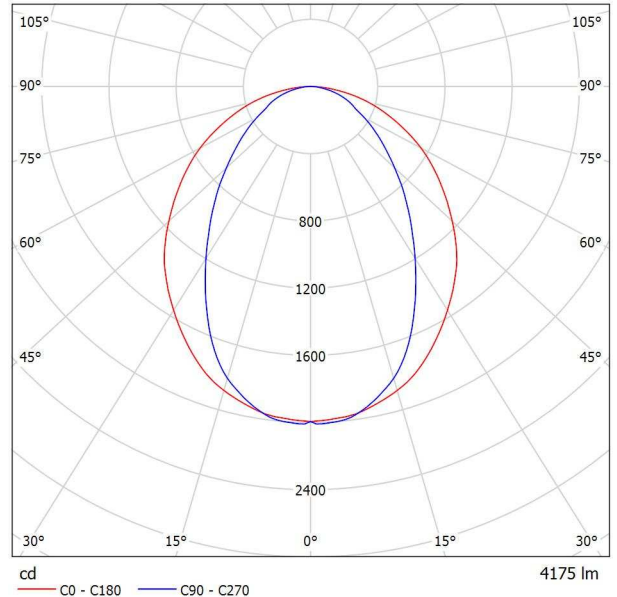


Redattore STUDIO PROGETTI ELETTRICI
 Telefono 035 839150
 Fax
 e-Mail info@elettrostudio.net

QUATTROBI LM020-BIC-01 / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.



Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 56 84 97 100 101

Emissione luminosa 1:

Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
p Soffitto		70	70	50	50	30	70	70	50	50	30
p Pareti		50	30	50	30	30	50	30	50	30	30
p Pavimento		20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Dimensioni del locale X Y		Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade					Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
		2H	2H	19.9	21.1	20.2	21.3	21.5	16.6	17.8	16.9
	3H	21.5	22.6	21.8	22.8	23.1	17.7	18.8	18.0	19.0	19.3
	4H	22.2	23.2	22.5	23.5	23.8	18.2	19.2	18.5	19.5	19.8
	6H	22.7	23.7	23.1	24.0	24.3	18.6	19.5	18.9	19.8	20.1
	8H	22.9	23.8	23.2	24.1	24.4	18.7	19.6	19.1	19.9	20.2
	12H	23.0	23.8	23.3	24.2	24.5	18.8	19.7	19.2	20.0	20.3
4H	2H	20.1	21.1	20.4	21.4	21.6	17.4	18.4	17.7	18.7	19.0
	3H	21.8	22.7	22.2	23.0	23.3	18.6	19.5	19.0	19.8	20.1
	4H	22.6	23.4	23.0	23.7	24.1	19.2	20.0	19.6	20.4	20.7
	6H	23.2	23.9	23.7	24.3	24.7	19.7	20.4	20.1	20.8	21.2
	8H	23.5	24.1	23.9	24.5	24.9	19.9	20.5	20.3	20.9	21.3
	12H	23.6	24.2	24.1	24.6	25.0	20.0	20.6	20.5	21.0	21.4
8H	4H	22.7	23.3	23.1	23.7	24.1	19.6	20.2	20.0	20.6	21.0
	6H	23.4	23.9	23.8	24.3	24.7	20.2	20.7	20.6	21.1	21.6
	8H	23.6	24.1	24.1	24.5	25.0	20.4	20.8	20.9	21.3	21.8
	12H	23.8	24.2	24.3	24.7	25.2	20.6	20.9	21.1	21.4	21.9
12H	4H	22.7	23.2	23.1	23.6	24.0	19.6	20.2	20.1	20.6	21.0
	6H	23.4	23.8	23.8	24.3	24.7	20.2	20.7	20.7	21.1	21.6
	8H	23.6	24.0	24.1	24.5	25.0	20.5	20.9	21.0	21.3	21.8
Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S											
S = 1.0H		+0.1 / -0.2					+0.2 / -0.3				
S = 1.5H		+0.2 / -0.3					+0.4 / -0.7				
S = 2.0H		+0.7 / -0.8					+0.6 / -1.1				
Tabella standard		BK06					BK05				
Addendo di correzione		6.9					2.9				
Indici di abbagliamento corretti riferiti a 4175lm Flusso luminoso sferico											

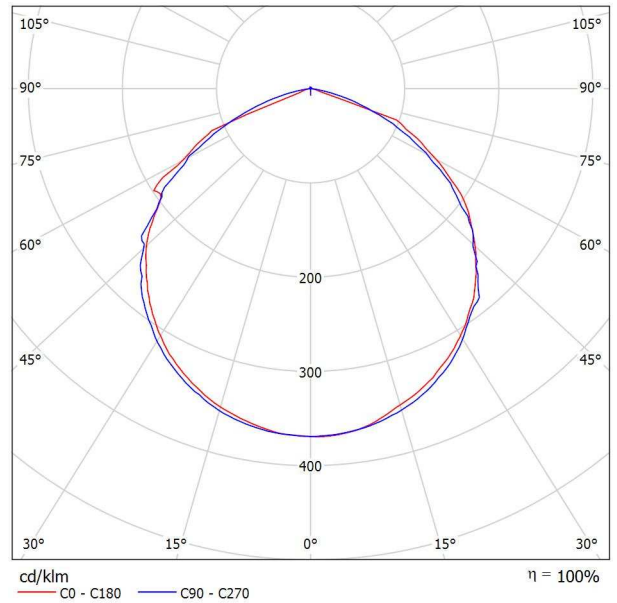


Redattore STUDIO PROGETTI ELETTRICI
Telefono 035 839150
Fax
e-Mail info@elettrostudio.net

LINERGY s.r.l. EL24N10EBRT-HH EVOLUTION LED 1300LM 1H SE IP42 ENERGY TEST / Scheda tecnica apparecchio

Per un'immagine della lampada consultare il nostro catalogo lampade.

Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 99
CIE Flux Code: 50 84 99 99 100

A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

Redattore STUDIO PROGETTI ELETTRICI
 Telefono 035 839150
 Fax
 e-Mail info@elettrostudio.net

Thorn 96644685 AFP L 144L70-740 A/S4 HFX CL1 [STD] / Scheda tecnica apparecchio

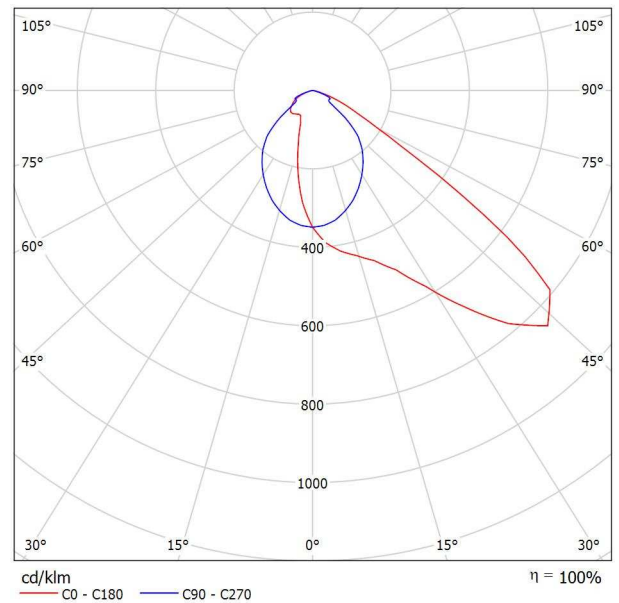


Classificazione lampade secondo CIE: 100
 CIE Flux Code: 45 90 99 100 100

Proiettore a LED compatto, leggero per illuminazione di aree generiche. Taglia grande. Con 144 LED pilotati a 700mA con ottica asimmetrica 40°. Driver 4DIM LED, configurato per riduzione di potenza, controllato da un cavo pilota. ON = 100%, OFF = 50%. IP66, IK08, Classe I. Corpo: alluminio stampato a iniezione (EN AC-46000), verniciato grigio (RAL9006). Chiusura: vetro temprato spessore 4mm. Staffa per montaggio reversibile inclusa, adattatori con attacco opzionale per montaggio testapalo disponibili separatamente. Completo di LED 4000K.

Misure: 658 x 490 x 139 mm
 Potenza totale: 308 W
 Flusso luminoso apparecchio: 37145 lm
 Efficienza apparecchio: 121 lm/W
 Peso: 18,54 kg
 Scx: 0.073 m²

Emissione luminosa 1:



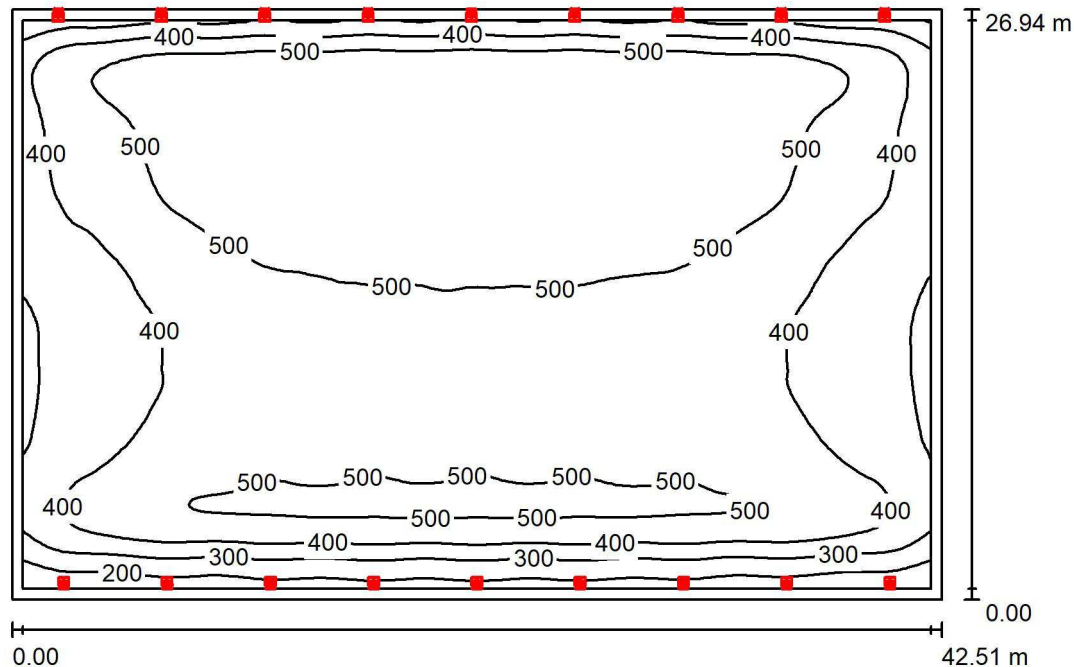
A causa dell'assenza di simmetria, per questa lampada non è possibile rappresentare la tabella UGR.

Componenti:

•2 x

Redattore STUDIO PROGETTI ELETTRICI
 Telefono 035 839150
 Fax
 e-Mail info@elettrostudio.net

Palestra / Riepilogo



Altezza locale: 7.200 m, Altezza di montaggio: 7.000 m, Fattore di manutenzione: 0.85

Valori in Lux, Scala 1:346

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	451	133	589	0.295
Pavimento	25	426	118	578	0.278
Soffitto	50	91	61	480	0.668
Pareti (4)	30	203	58	5198	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.500 m

Distinta lampade

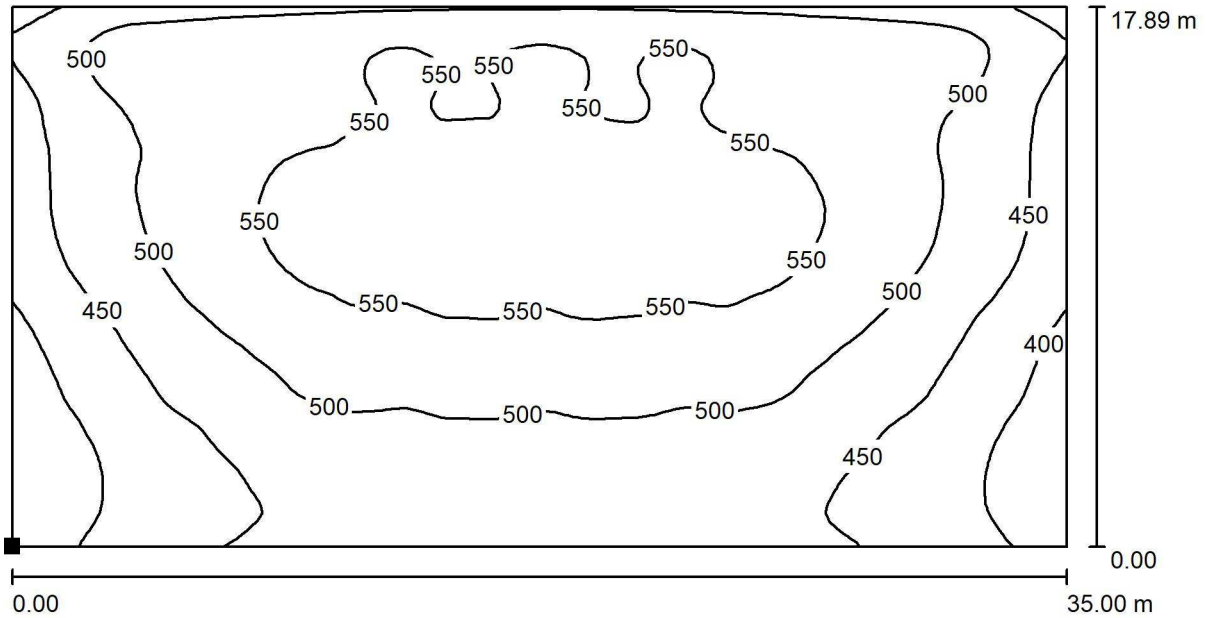
No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	18	Thorn 96644685 AFP L 144L70-740 A/S4 HFX CL1 [STD] (1.000)	37145	37145	308.0
			Totale: 668610	Totale: 668610	5544.0

Potenza allacciata specifica: 4.84 W/m² = 1.07 W/m²/100 lx (Base: 1145.19 m²)



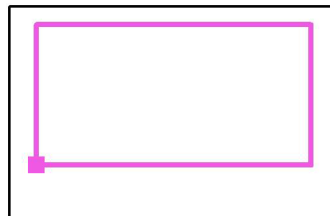
Redattore STUDIO PROGETTI ELETTRICI
 Telefono 035 839150
 Fax
 e-Mail info@elettrostudio.net

Palestra / Superficie campo / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 251

Posizione della superficie nel locale:
 Punto contrassegnato:
 (3.768 m, 6.802 m, 0.000 m)



Reticolo: 128 x 64 Punti

E_m [lx]
498

E_{min} [lx]
349

E_{max} [lx]
582

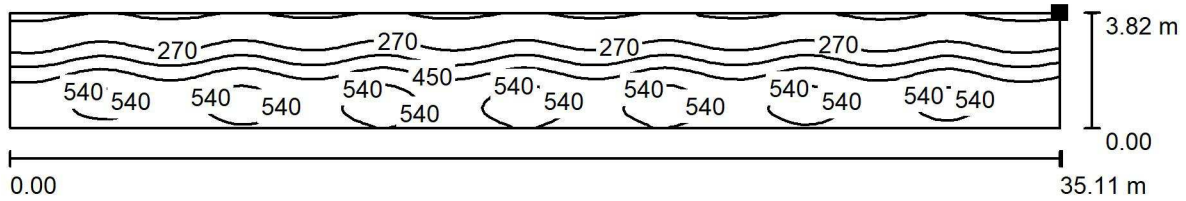
E_{min} / E_m
0.701

E_{min} / E_{max}
0.600



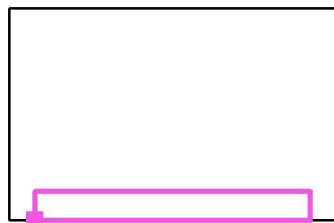
Redattore STUDIO PROGETTI ELETTRICI
 Telefono 035 839150
 Fax
 e-Mail info@elettrostudio.net

Palestra / Superficie tribune / Isolinee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 252

Posizione della superficie nel locale:
 Punto contrassegnato:
 (3.591 m, 0.029 m, 3.194 m)

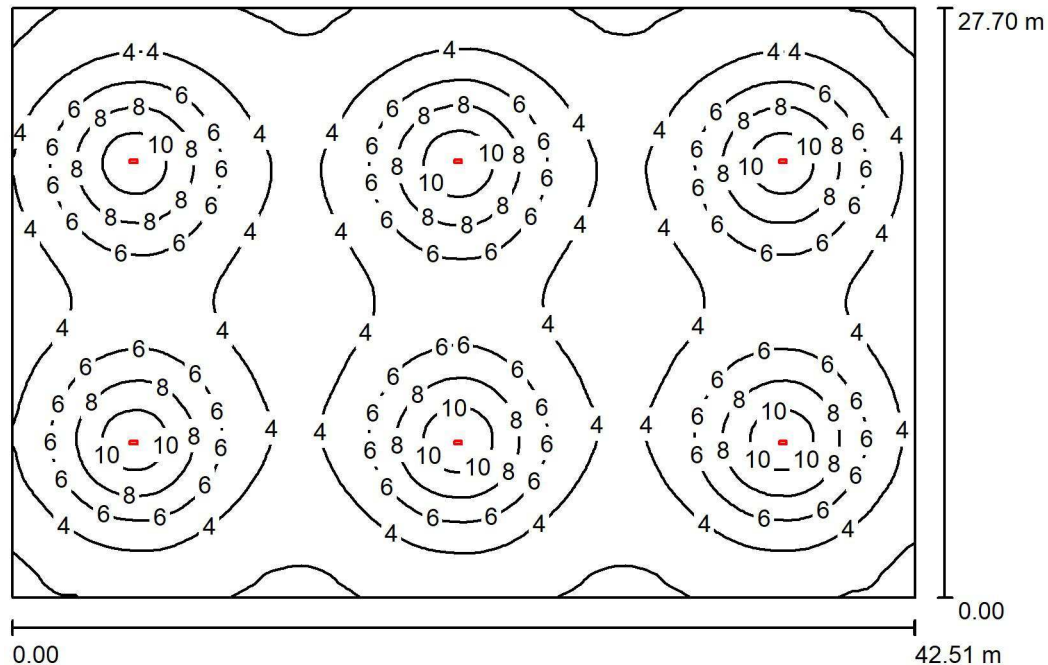


Reticolo: 128 x 32 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
393	158	571	0.403	0.277

Redattore STUDIO PROGETTI ELETTRICI
 Telefono 035 839150
 Fax
 e-Mail info@elettrostudio.net

Palestra Emergenza / Riepilogo



Altezza locale: 7.200 m, Altezza di montaggio: 7.200 m

Valori in Lux, Scala 1:356

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	4.98	1.47	11	0.295
Pavimento	23	4.77	1.72	8.82	0.361
Soffitto	50	0.91	0.58	108	0.632
Pareti (4)	30	1.90	0.58	4.15	/

Superficie utile:

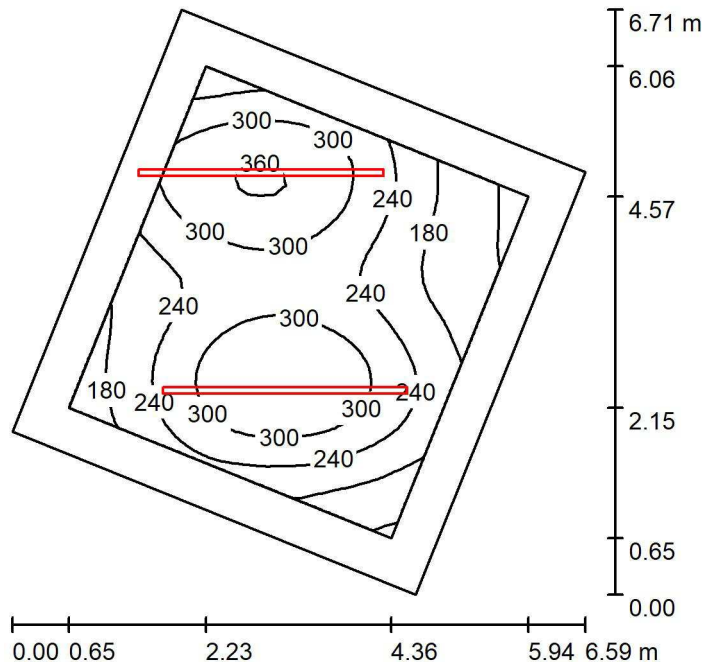
Altezza: 1.000 m
 Reticolo: 128 x 128 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	6	LINERGY s.r.l. EL24N10EBRT-HH EVOLUTION LED 1300LM 1H SE IP42 ENERGY TEST (1.000)	1300	1300	0.0
Totale:			7800	7800	0.0

Potenza allacciata specifica: 0.00 W/m² = 0.00 W/m²/ lx (Base: 1177.37 m²)

Spogliatoio / Riepilogo



Altezza locale: 3.000 m, Altezza di montaggio: 3.000 m, Fattore di manutenzione: 0.80

Valori in Lux, Scala 1:87

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	257	105	367	0.407
Pavimento	20	188	93	260	0.492
Soffitto	60	61	46	78	0.745
Pareti (4)	35	108	44	481	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 32 x 32 Punti
 Zona margine: 0.500 m

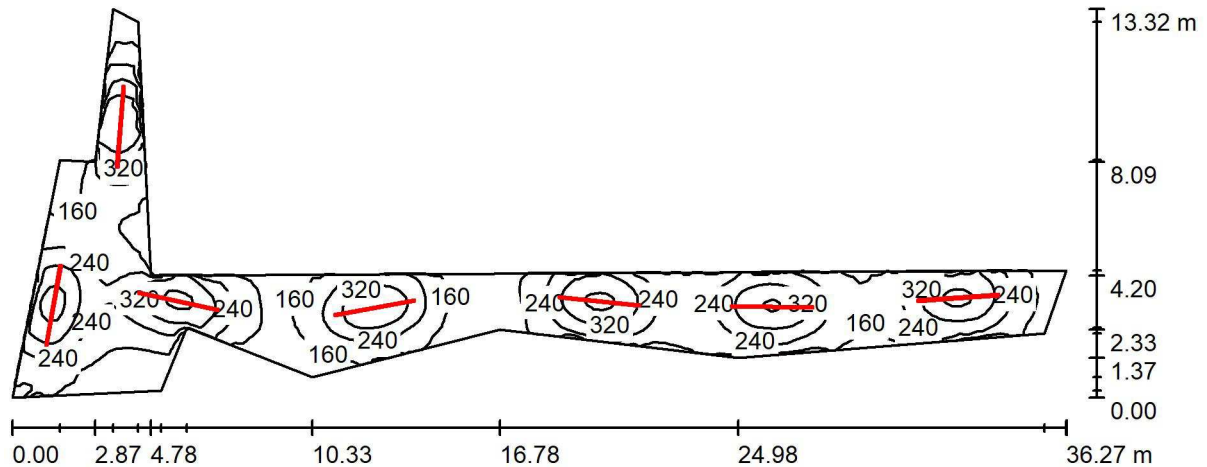
Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	2	QUATTROBI LM020-BIC-01 (1.000)	4175	4175	64.0
			Totale: 8350	Totale: 8350	128.0

Potenza allacciata specifica: 4.90 W/m² = 1.91 W/m²/100 lx (Base: 26.13 m²)

Redattore STUDIO PROGETTI ELETTRICI
 Telefono 035 839150
 Fax
 e-Mail info@elettrostudio.net

Corridoio / Riepilogo



Altezza locale: 3.000 m, Altezza di montaggio: 3.000 m

Valori in Lux, Scala 1:260

Superficie	ρ [%]	E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m
Superficie utile	/	239	108	483	0.451
Pavimento	46	215	125	351	0.582
Soffitto	90	113	80	218	0.706
Pareti (14)	75	154	87	390	/

Superficie utile:

Altezza: 0.850 m
 Reticolo: 128 x 64 Punti
 Zona margine: 0.000 m

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	7	QUATTROBI LM020-BIC-01 (1.000)	4175	4175	64.0
Totale:			29225	29225	448.0

Potenza allacciata specifica: $3.79 \text{ W/m}^2 = 1.59 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Base: 118.27 m^2)