

Messa a norma di alcune zone
del Complesso sportivo
della Tharros



RELAZIONE E CALCOLI

ILL. EMERGENZA

Il Dirigente

Ing. Giuseppe Pinna

Il Progettista

Ing. Filippo Uras

Generalità.

Il sottoscritto Ing. Filippo Uras, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Oristano col n° 57, ha elaborato il presente progetto inerente la realizzazione dell'impianto di illuminazione di emergenza delle tribune del Campo Tharros di Oristano.

La fornitura di energia elettrica avviene in bassa tensione, con tensione nominale pari a 400 V; pertanto lo stato del neutro e delle masse è di tipo TT. Inoltre per i calcoli si è assunto il valore della corrente di corto circuito massima pari 16 kA e il valore della corrente di cortocircuito fase-neutro pari a 6kA.

Descrizione dei diversi interventi.

L'impianto di illuminazione di emergenza è stato suddiviso in tre sezioni:

1. illuminazione di emergenza degli spogliatoi, alimentata tramite il quadro "Quadro Illuminazione di Emergenza Spogliatoi" (QIES);
2. illuminazione di emergenza delle tribune coperte e dell'uscita atleti, alimentata tramite il quadro "Quadro Illuminazione di Emergenza Tribune Coperte (QIETC);
3. illuminazione di emergenza delle tribune scoperte, alimentata tramite il quadro "Quadro Illuminazione di Emergenza Tribune Scoperte (QIETS).

La posizione dei quadri è indicata nella planimetria allegata alla presente.

La distribuzione delle linee dorsali avviene tramite tubo protettivo rigido tipo RK posato a parete, come pure le derivazioni. Solamente due brevi tratti, in corrispondenza della uscita degli atleti e del percorso pedonale, sono posate in

cavidotto corrugato flessibile a doppia parete, posato interrato. I percorsi delle tubazioni sono specificati nella planimetria allegata.

Le linee dorsali e le derivazioni sono in cavo tipo FG16(O)R16. Tutti i componenti installati sono previsti con grado di protezione minimo IP55.

L'illuminazione avverrà tramite due tipologia di apparecchi illuminanti, entrambe dotate di complesso autonomo di alimentazione di emergenza, al fine di garantire un corretto valore di illuminamento di emergenza in caso di mancanza di energia elettrica. Difatti ogni apparecchio funzionerà come apparecchio per l'illuminazione ordinaria, in caso di presenza di alimentazione elettrica, e come plafoniera di emergenza, nel caso l'alimentazione ordinaria venga a mancare. Le caratteristiche degli apparecchi prescelti sono riportate nei calcoli illuminotecnici.

Descrizione impianto di protezione.

Tutte le linee posate sono datate di conduttore di protezione, realizzata con un'anima di colore giallo-verde e di sezione pari al conduttore di fase.

I conduttori PE sono collegati ad un nodo presente sui quadri da dove si origina la linea.

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:

$$P_d = P_n \cdot \text{coeff}$$

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

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

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

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

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

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

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

Dimensionamento dei cavi

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

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

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

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

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

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una condotta principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- condotta 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 condotta principale.

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

- IEC 448;
- IEC 365-5-523;
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026.

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.

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 = 87

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

Dimensionamento dei conduttori di neutro

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

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 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 16mm² 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:

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

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

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

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

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:

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

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 condotta di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm^2 se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 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.

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:

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

esprese 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.

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 80°C, mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km . La $cdt(I_b)$ è la caduta di tensione alla corrente I_b e calcolata analogamente alla $cdt(I_b)$.

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

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

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

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

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525).

Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

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 della 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.

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 mΩ:

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

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

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

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

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 fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

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

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 Cmax;

- 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 della 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:

$$\begin{aligned} R_{0cavoNeutro} &= R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro} \\ X_{0cavoNeutro} &= 3 \cdot X_{dcavo} \end{aligned}$$

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_{dcavo} e $R_{dcavoPE}$ 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, della utenza a monte, espressi in mΩ:

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

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

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

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

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

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

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 mΩ) di guasto trifase:

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

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1Neutr\ o\ min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutr\ o})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutr\ o})^2}$$

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 $I_{k\ max}$, fase neutro $I_{k1Neutr\ o\ max}$, fase terra $I_{k1PE\ max}$ e bifase $I_{k2\ max}$ espresse in kA:

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

$$I_{k1Neutr\ o\ max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutr\ o\ min}}$$

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

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

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

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

$$I_{p1Neutr\ o} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1Neutr\ o\ max}$$

$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE\ max}$$

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

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.

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 Ik1min e fase terra, espresse in kA:

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

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

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

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

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:

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

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 dalla 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 ($I_{mag\ max}$).

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 Ia);
 - $I_{ccmax} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ib).
- 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:
- $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

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

Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti K^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.

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 Ia 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.

Riferimenti normativi

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 I a 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 I a 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.

Legislazione:

- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro." e s.m.i.
- DECRETO LEGISLATIVO 3 agosto 2009, n. 106. "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro."
- D.M. 22-1-2008 n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici."

Oristano 25.03.2019

Il professionista

Generalità.

Il sottoscritto Ing. Filippo Uras, iscritto all'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Oristano col n° 57, ha elaborato il presente progetto inerente la realizzazione dell'impianto di illuminazione di emergenza delle tribune del Campo Tharros di Oristano.

La fornitura di energia elettrica avviene in bassa tensione, con tensione nominale pari a 400 V; pertanto lo stato del neutro e delle masse è di tipo TT. Inoltre per i calcoli si è assunto il valore della corrente di corto circuito massima pari 16 kA e il valore della corrente di cortocircuito fase-neutro pari a 6kA.

Descrizione dei diversi interventi.

L'impianto di illuminazione di emergenza è stato suddiviso in tre sezioni:

1. illuminazione di emergenza degli spogliatoi, alimentata tramite il quadro "Quadro Illuminazione di Emergenza Spogliatoi" (QIES);
2. illuminazione di emergenza delle tribune coperte e dell'uscita atleti, alimentata tramite il quadro "Quadro Illuminazione di Emergenza Tribune Coperte (QIETC);
3. illuminazione di emergenza delle tribune scoperte, alimentata tramite il quadro "Quadro Illuminazione di Emergenza Tribune Scoperte (QIETS).

La posizione dei quadri è indicata nella planimetria allegata alla presente.

La distribuzione delle linee dorsali avviene tramite tubo protettivo rigido tipo RK posato a parete, come pure le derivazioni. Solamente due brevi tratti, in corrispondenza della uscita degli atleti e del percorso pedonale, sono posate in

cavidotto corrugato flessibile a doppia parete, posato interrato. I percorsi delle tubazioni sono specificati nella planimetria allegata.

Le linee dorsali e le derivazioni sono in cavo tipo FG16(O)R16. Tutti i componenti installati sono previsti con grado di protezione minimo IP55.

L'illuminazione avverrà tramite due tipologia di apparecchi illuminanti, entrambe dotate di complesso autonomo di alimentazione di emergenza, al fine di garantire un corretto valore di illuminamento di emergenza in caso di mancanza di energia elettrica. Difatti ogni apparecchio funzionerà come apparecchio per l'illuminazione ordinaria, in caso di presenza di alimentazione elettrica, e come plafoniera di emergenza, nel caso l'alimentazione ordinaria venga a mancare. Le caratteristiche degli apparecchi prescelti sono riportate nei calcoli illuminotecnici.

Descrizione impianto di protezione.

Tutte le linee posate sono datate di conduttore di protezione, realizzata con un'anima di colore giallo-verde e di sezione pari al conduttore di fase.

I conduttori PE sono collegati ad un nodo presente sui quadri da dove si origina la linea.

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:

$$P_d = P_n \cdot \text{coeff}$$

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

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

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

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

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

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

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

Dimensionamento dei cavi

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

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

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

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

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

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

- condutture senza protezione derivate da una condotta principale protetta contro i sovraccarichi con dispositivo idoneo ed in grado di garantire la protezione anche delle condutture derivate;
- condotta 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 condotta principale.

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

- IEC 448;
- IEC 365-5-523;
- CEI-UNEL 35024/1;
- CEI-UNEL 35024/2;
- CEI-UNEL 35026.

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.

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 = 87

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

Dimensionamento dei conduttori di neutro

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

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 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 16mm² 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:

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

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

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

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

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:

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

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 condotta di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- $2,5 \text{ mm}^2$ se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm^2 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.

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:

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

esprese 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.

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 80°C, mentre il secondo è riferito a 50Hz, ferme restando le unità di misura in Ω/km . La $cdt(I_b)$ è la caduta di tensione alla corrente I_b e calcolata analogamente alla $cdt(I_b)$.

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

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

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

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

Se al termine del calcolo delle cadute di tensione alcune utenze abbiano valori superiori a quelli definiti, si ricorre ad un procedimento di ottimizzazione per far rientrare la caduta di tensione entro limiti prestabiliti (limiti dati da CEI 64-8 par. 525).

Le sezioni dei cavi vengono forzate a valori superiori cercando di seguire una crescita uniforme fino a portare tutte le cadute di tensione sotto i limiti.

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 della 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.

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 mΩ:

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

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

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

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

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 fase terra (disimmetrico);
- guasto fase neutro (disimmetrico).

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

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 Cmax;

- 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 della 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:

$$\begin{aligned} R_{0cavoNeutro} &= R_{dcavo} + 3 \cdot R_{dcavoNeutro} \\ X_{0cavoNeutro} &= 3 \cdot X_{dcavo} \end{aligned}$$

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_{dcavo} e $R_{dcavoPE}$ 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, della utenza a monte, espressi in mΩ:

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

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

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

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

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

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

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 mΩ) di guasto trifase:

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

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1Neutr\ o\ min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0Neutr\ o})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0Neutr\ o})^2}$$

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 $I_{k\ max}$, fase neutro $I_{k1Neutr\ o\ max}$, fase terra $I_{k1PE\ max}$ e bifase $I_{k2\ max}$ espresse in kA:

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

$$I_{k1Neutr\ o\ max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1Neutr\ o\ min}}$$

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

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

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

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

$$I_{p1Neutr\ o} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1Neutr\ o\ max}$$

$$I_{p1PE} = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1PE\ max}$$

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

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.

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 Ik1min e fase terra, espresse in kA:

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

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

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

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

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:

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

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 dalla 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 ($I_{mag\ max}$).

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 Ia);
 - $I_{ccmax} \leq I_{inters\ max}$ (quest'ultima riportata nella norma come Ib).
- 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:
- $I_{cc\ max} \leq I_{inters\ max}$.

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

Note:

- La rappresentazione della curva del cavo è una iperbole con asintoti K^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.

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 Ia 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.

Riferimenti normativi

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 I a 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 I a 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.

Legislazione:

- DECRETO LEGISLATIVO 9 aprile 2008 , n. 81 "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro." e s.m.i.
- DECRETO LEGISLATIVO 3 agosto 2009, n. 106. "Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro."
- D.M. 22-1-2008 n. 37 "Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici."

Oristano 25.03.2019

Il professionista

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Spogliatoio.QIES-I1	Generale Illuminazione emergenza spogliatoio

Coord. lb <= Ins <= Iz [A]		1) Utenza +Spogliatoio.QIES-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica)
lb <=	Ins <=	Iz
Fase	1,003	6
Neutro	1,003	6

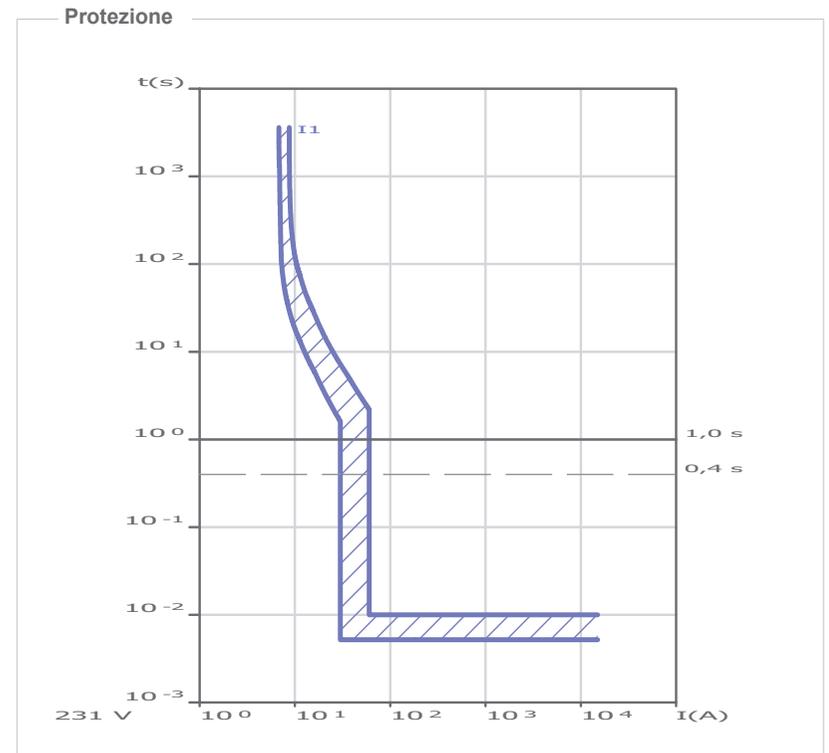
Verifica contatti indiretti		Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
la c.i. [A]	Verificato	8,999
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a la c.i. [V]	50	

Potere di interruzione [kA]		Verificato
A transitorio inizio linea	PdI >=	Ikmax
15	5,998	72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]		Verificato
Sg. mag.	<	Imagmax
60		5677,702

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
0	0	4
Cdt In	CdtTot In	
0	0	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	5,998	5,678	1,727
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	5,998	72,542	



Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

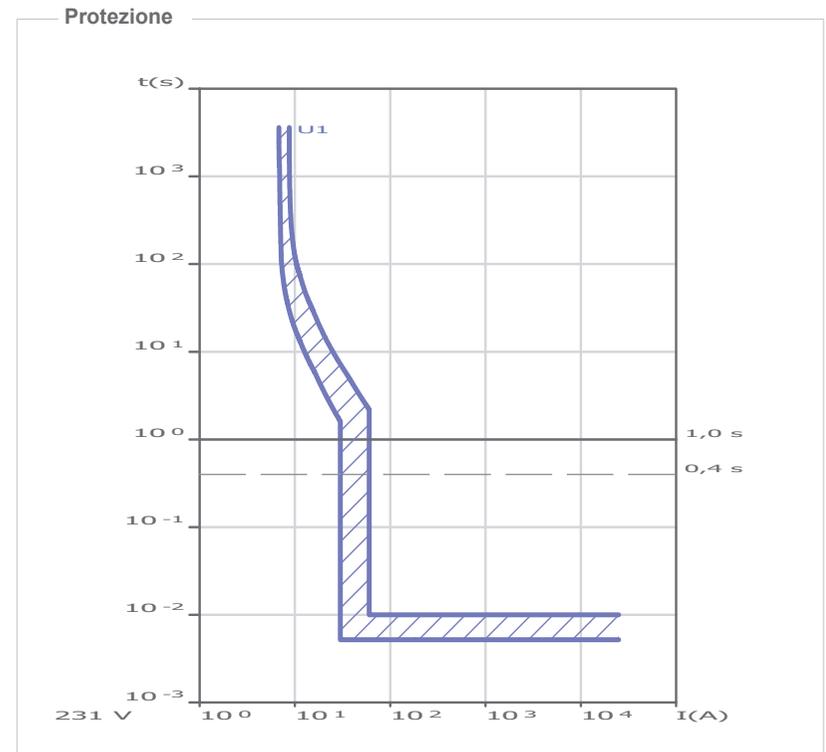
Utenza	
+Spogliatoio.QIES-U1	illuminazione ordinaria ingresso

Coord. $I_b < I_{ns} < I_z$ [A]																
	1) Utenza +Spogliatoio.QIES-U1: $I_{ns} = 6$ [A] (sgancio protezione termica)															
	<table border="1"> <tr> <td>I_b</td> <td>\leq</td> <td>I_{ns}</td> <td>\leq</td> <td>I_z</td> </tr> <tr> <td>Fase</td> <td>0,911</td> <td>6</td> <td></td> <td>15,4</td> </tr> <tr> <td>Neutro</td> <td>0,911</td> <td>6</td> <td></td> <td>15,4</td> </tr> </table>	I_b	\leq	I_{ns}	\leq	I_z	Fase	0,911	6		15,4	Neutro	0,911	6		15,4
I_b	\leq	I_{ns}	\leq	I_z												
Fase	0,911	6		15,4												
Neutro	0,911	6		15,4												

Verifica contatti indiretti		
la c.i. [A]	Verificato 8,649	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
Tempo di interruzione [s]	1	La protezione dell'utenza +Spogliatoio.QIES-I1
VT a la c.i. [V]	50	interviene tramite sgancio differenziale; $I_{prot.} = 0,03 < I_{c.i.} = 8,649$

Potere di interruzione [kA]	
	Verificato
A transitorio inizio linea	
Coordinamento in Backup con l'utenza: +Spogliatoio.QIES-I1	
PdI \geq I_{kmmax}	$f_i(I_{kmmax})$ [°]
25	5,998 72,542

Sg. mag. $< I_{magmax}$ [A]	
	Verificato
Sg. mag. $<$	I_{magmax}
60	202,961



Cavo	
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV
Formazione	3G1.5
Temperatura cavo a I_b [°C]	30 \leq 30 \leq 90
Temperatura cavo a I_n [°C]	30 \leq 39 \leq 90

$K^2S^2 > I^2t$ [A²s]	
	Verificato
K^2S^2 conduttore fase	4,601E+04
K^2S^2 neutro	4,601E+04
K^2S^2 PE	4,601E+04

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt I_b	CdtTot I_b	Cdt max
0,113	0,113	4
Cdt I_n	CdtTot I_n	
0,742	1,762	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,406	0,203	11,889
A transitorio fondo linea			
	I_{kvmax}	$f_i(I_{kvmax})$ [°]	
	0,406	4,052	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza			
+Spogliatoio.QIES-U2 Illuminazione emergenza ingresso			
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]			
	1) Utenza +Spogliatoio.QIES-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica)		
Ib <= Ins <= Iz			
Fase	0,091 6 15,4		
Neutro	0,091 6 15,4		
Verifica contatti indiretti			
	Verificato		
Ia c.i. [A]	0		
Tempo di interruzione [s]	1		
VT a Ia c.i. [V]	50		
Cavo			
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		
Formazione	2x1.5		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90		
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90		
K²S²>I²t [A²s]			
	Verificato		
K²S² conduttore fase	4,601E+04		
K²S² neutro	4,601E+04		
Caduta di tensione [%]			
Tensione nominale [V]	231		
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max	
0,011	0,011	4	
Cdt In	CdtTot In		
0,742	1,762		
Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,406	0,203	1,727
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,406	4,052	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza				
+Spogliatoio.QIES-U1_1		Derivazione Illuminazione ordinaria ingresso		
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	0,456		6	15,4
Neutro	0,456		6	15,4
1) Utenza +Spogliatoio.QIES-U1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica)				
Verifica contatti indiretti				
la c.i. [A]	4,142	Verificato		
Tempo di interruzione [s]	0,2	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)		
VT a la c.i. [V]	25	La protezione dell'utenza +Spogliatoio.QIES-I1 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 4,142		
Cavo		K²S²>I²t [A²s]		
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV	Verificato		
Formazione	3G1.5	K²S² conduttore fase 4,601E+04		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90	K²S² neutro 4,601E+04		
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90	K²S² PE 4,601E+04		
Caduta di tensione [%]		Correnti di guasto [kA]		
Tensione nominale [V]	231	A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max	Max	Min
0,064	0,176	4	0,451	0,226
Cdt In	CdtTot In			Picco
0,839	1,581			0,86
			A transitorio fondo linea	
			IkVmax	fi(IkVmax) [°]
			0,451	4,462

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Spogliatoio.QIES-U2_1	Derivazione Illuminazione emergenza ingresso

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]						
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Spogliatoio.QIES-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica)
Fase	0,046		6		15,4	
Neutro	0,046		6		15,4	

Verifica contatti indiretti	
	Verificato
la c.i. [A]	0
Tempo di interruzione [s]	0,2
VT a la c.i. [V]	25

Cavo	
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV
Formazione	2x1.5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]	
	Verificato
K²S² conduttore fase	4,601E+04
K²S² neutro	4,601E+04

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max
0,006	0,018	4
Cdt In	CdtTot In	
0,839	1,581	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,451	0,226	0,86
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,451	4,462	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna coperta.QIETC-I1	Generale Illuminazione emergenza tribune coperte

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]		1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica)
Ib <=	Ins <=	Iz
Fase 2,005	6	
Neutro 0,501	6	

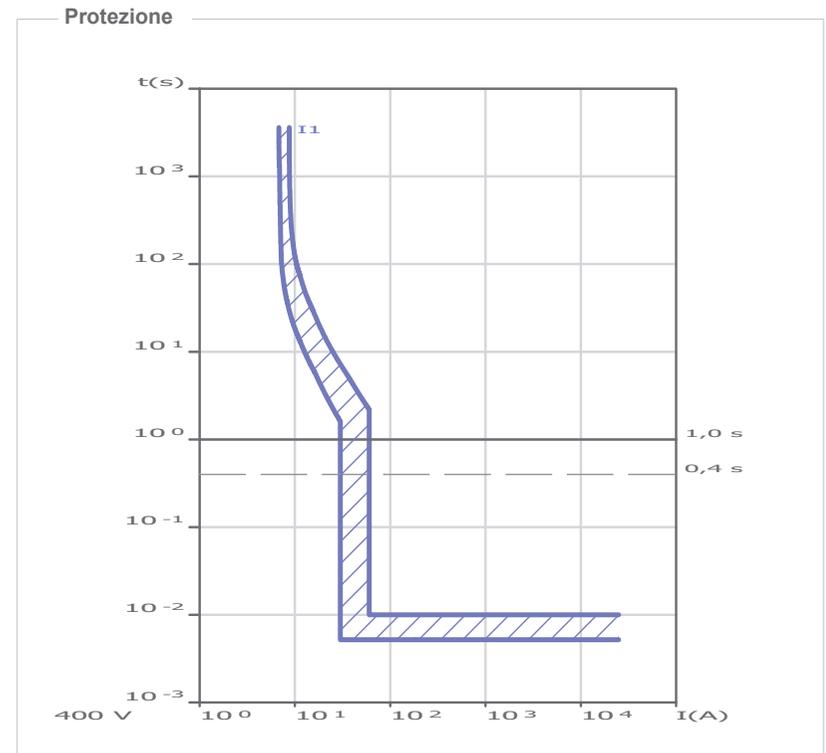
Verifica contatti indiretti		Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
la c.i. [A]	Verificato 8,999	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a la c.i. [V]	50	

Potere di interruzione [kA]		Verificato
A transitorio inizio linea		
PdI >= Ikmax	fi(Ikmax) [°]	
25 16	72,542	

Sg. mag.<Imagmax [A]		Verificato
Sg. mag. <	Imagmax	
60	5679,175	

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	400	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max
0	0	4
Cdt In	CdtTot In	
0	0	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	16	15,144	3,574
Bifase	13,856	13,115	3,466
Bifase-N	13,979	13,231	3,474
Fase-N	6	5,679	3,713
A transitorio fondo linea			
	IkVmax	fi(IkVmax) [°]	
	16	72,542	



Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna coperta.QIETC-I2	Interruttore Illuminazione 1 tribuna coperta

Coord. lb <= Ins <= Iz [A]		
	lb <= Ins <= Iz	1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	1,002	6
Neutro	1,002	6

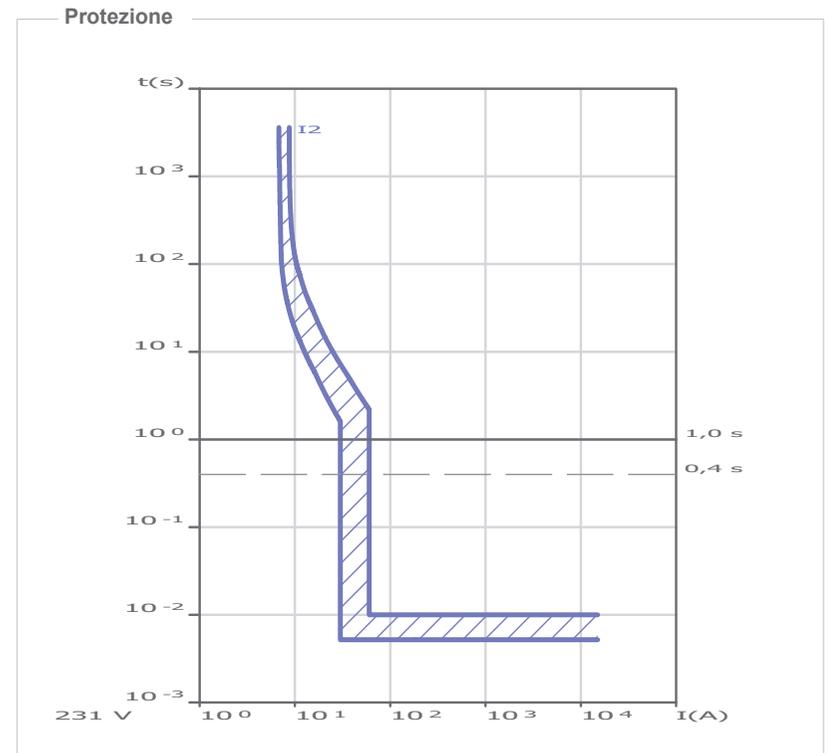
Verifica contatti indiretti		Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
la c.i. [A]		8,999	
Tempo di interruzione [s]		1	
VT a la c.i. [V]		50	

Potere di interruzione [kA]		Verificato
A transitorio inizio linea		
PdI >= Ikmax	fi(Ikmax) [°]	
15	5,998	72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]		Verificato
Sg. mag.	<	Imagmax
60		5677,693

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]		231
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
0	0	4
Cdt In	CdtTot In	
0	0	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	5,998	5,678	1,727
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	5,998	72,542	



Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna coperta.QIETC-I3	Interruttore Illuminazione 2 tribuna coperta

Coord. lb <= Ins <= Iz [A]		
	lb <=	Ins <= Iz
Fase	1,002	6
Neutro	1,002	6
1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)		

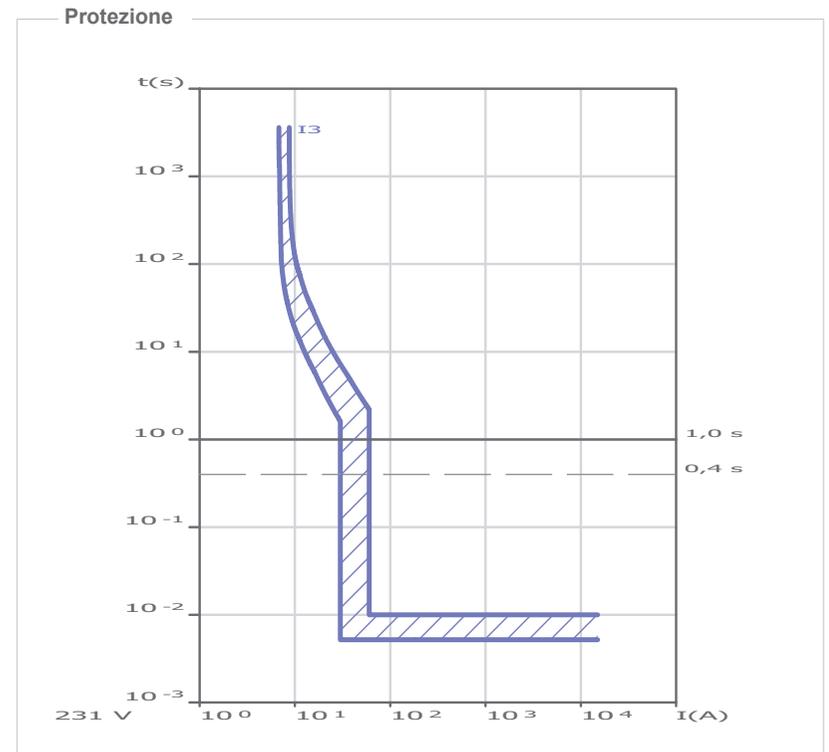
Verifica contatti indiretti		Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
la c.i. [A]		8,999	
Tempo di interruzione [s]		1	
VT a la c.i. [V]		50	

Potere di interruzione [kA]		Verificato
A transitorio inizio linea		
PdI >=	Ikmax	fi(Ikmax) [°]
15	5,998	72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]		Verificato
Sg. mag.	<	Imagmax
60		5677,693

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]		231
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
0	0	4
Cdt In	CdtTot In	
0	0	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	5,998	5,678	1,727
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	5,998	72,542	



Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna coperta.QIETC-I4	Interruttore Illuminazione 3 tribuna coperta

Coord. lb <= Ins <= Iz [A]	
lb <= Ins <= Iz	1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	1,504 6
Neutro	1,504 6

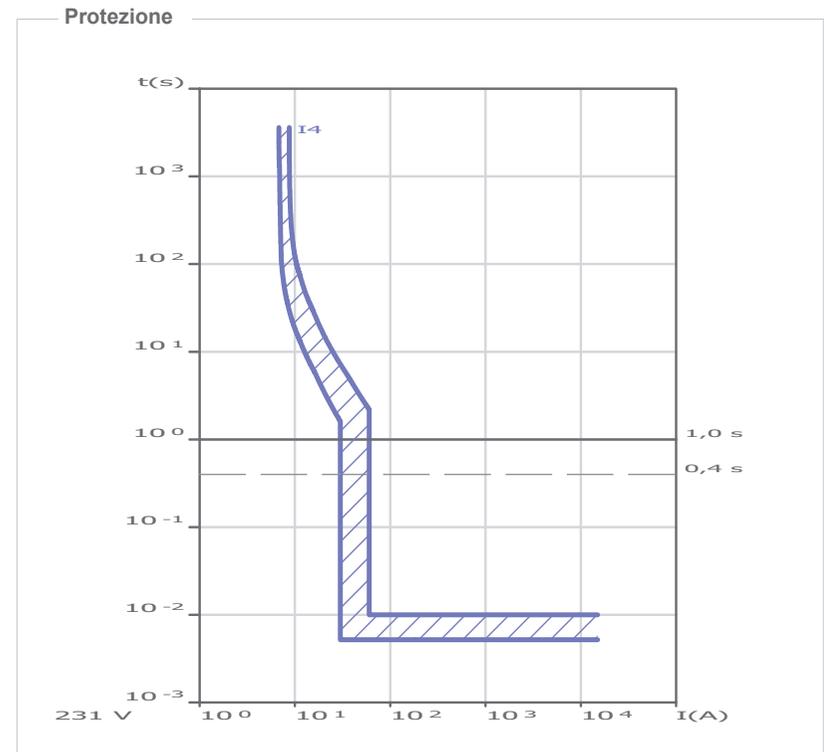
Verifica contatti indiretti	Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
la c.i. [A]	8,999	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a la c.i. [V]	50	

Potere di interruzione [kA]	Verificato
A transitorio inizio linea	
PdI >= Ikmax	fi(Ikmax) [°]
15	5,998 72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]	Verificato
Sg. mag. < Imagmax	
60	5677,693

Caduta di tensione [%]	
Tensione nominale [V]	231
Cdt lb CdtTot lb Cdt max	
0 0 4	
Cdt In CdtTot In	
0 0	

Correnti di guasto [kA]	
A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Fase-N Max Min Picco	
5,998 5,678 1,727	
A transitorio fondo linea	
Ikvmax fi(Ikvmax) [°]	
5,998 72,542	



Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna coperta.QIETC-I5	Interruttore Illuminazione uscita emergenza atleti

Coord. lb < Ins < Iz [A]	
	lb <= Ins <= Iz
	1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	1,504 6
Neutro	1,504 6

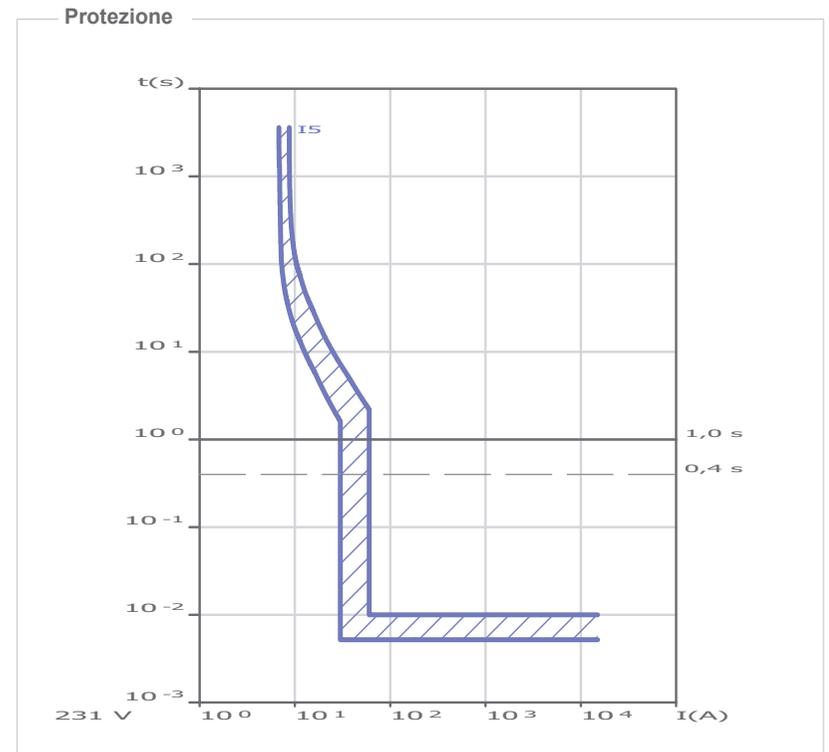
Verifica contatti indiretti	
	Verificato
Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).	
la c.i. [A]	8,999
Tempo di interruzione [s]	1
VT a la c.i. [V]	50

Potere di interruzione [kA]	
	Verificato
A transitorio inizio linea	
PdI >= Ikmax	fi(Ikmax) [°]
15	5,998 72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]	
	Verificato
Sg. mag. <	Imagmax
60	5677,693

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
0	0	4
Cdt In	CdtTot In	
0	0	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	5,998	5,678	1,727
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	5,998	72,542	



Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

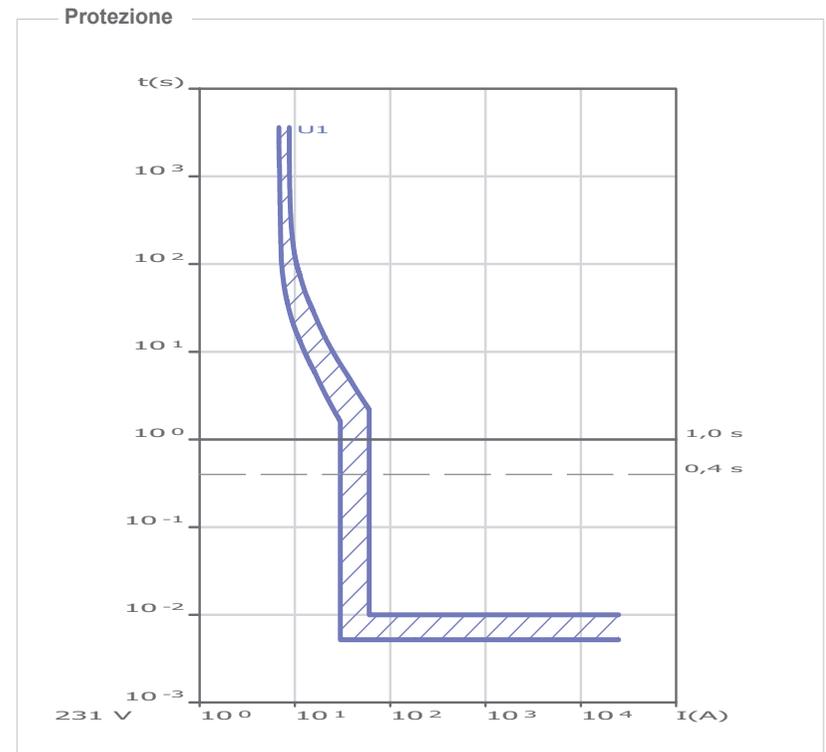
Utenza	
+Tribuna coperta.QIETC-U1	illuminazione ordinaria 1 tribuna coperta

Coord. lb <= Ins <= Iz [A]		
	lb <= Ins <= Iz	1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	0,911 6 15,4	
Neutro	0,911 6 15,4	

Verifica contatti indiretti		
	Verificato	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.
la c.i. [A]	6,028	(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
Tempo di interruzione [s]	1	La protezione dell'utenza +Tribuna coperta.QIETC-I2
VT a la c.i. [V]	50	interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 6,028

Potere di interruzione [kA]		
	Verificato	
A transitorio inizio linea		
Coordinamento in Backup con l'utenza: +Tribuna coperta.QIETC-I2		
PdI >= Ikmmax	fi(Ikmmax) [°]	
25 5,998	72,542	

Sg. mag.<Imagmax [A]		
	Prot. contatti indiretti	
Sg. mag. < Imagmax		
60 33,116		



Cavo		
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV	
Formazione	3G1.5	
Temperatura cavo a lb [°C]	30 <= 30 <= 90	
Temperatura cavo a ln [°C]	30 <= 39 <= 90	

K²S²>I²t [A²s]		
	Verificato	
K²S² conduttore fase	4,601E+04	
K²S² neutro	4,601E+04	
K²S² PE	4,601E+04	

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
1,372	1,372	4
Cdt ln	CdtTot ln	
9,048	10,933	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,067	0,033	11,889
A transitorio fondo linea			
	Ikvmx	fi(Ikvmx) [°]	
	0,067	0,968	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza			
+Tribuna coperta.QIETC-U2			
Illuminazione emergenza tribuna coperta			
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]			
	Ib <= Ins <= Iz		
Fase	0,091 6 15,4		
Neutro	0,091 6 15,4		
1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)			
Verifica contatti indiretti			
	Verificato		
la c.i. [A]	0		
Tempo di interruzione [s]	1		
VT a la c.i. [V]	50		
Cavo			
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		
Formazione	2x1.5		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90		
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90		
K²S²>I²t [A²s]			
	Verificato		
K²S² conduttore fase	4,601E+04		
K²S² neutro	4,601E+04		
Caduta di tensione [%]			
Tensione nominale [V]	231		
Cdt Ib	CdtTot Ib		
0,137	0,137		
Cdt In	CdtTot In		
9,048	10,931		
Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,067	0,033	1,727
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,067	0,968	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna coperta.QIETC-U3	illuminazione ordinaria 2 tribuna coperta

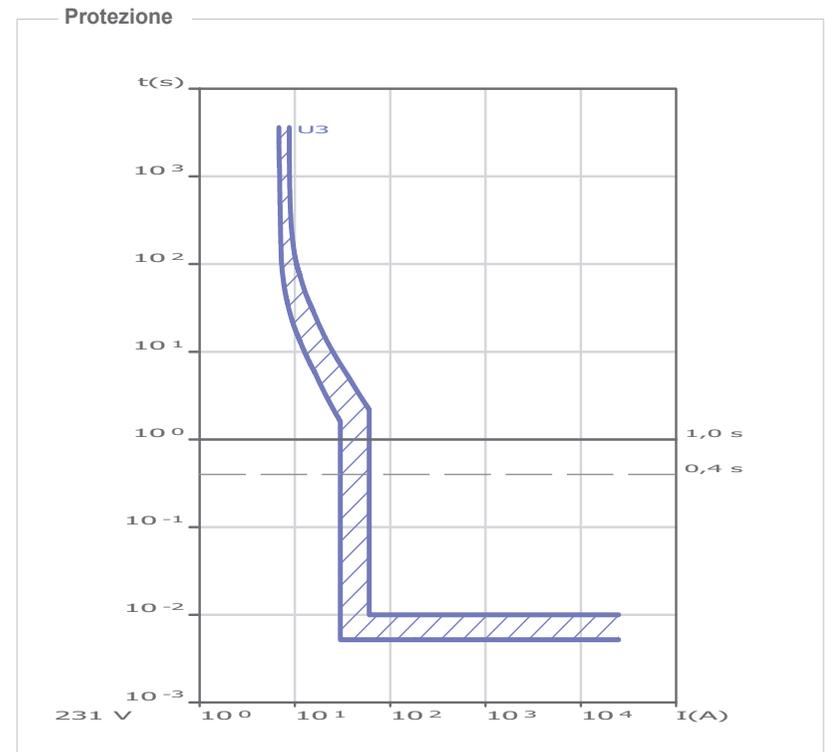
Coord. lb <= Ins <= Iz [A]		
	lb <=	Ins <= Iz
Fase	0,911	6 15,4
Neutro	0,911	6 15,4

1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)

Verifica contatti indiretti		
la c.i. [A]	Verificato	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.
Tempo di interruzione [s]	6,395	(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
VT a la c.i. [V]	1	La protezione dell'utenza +Tribuna coperta.QIETC-I3
	50	interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 6,395

Potere di interruzione [kA]		
	Verificato	
A transitorio inizio linea		
Coordinamento in Backup con l'utenza:		
+Tribuna coperta.QIETC-I3		
PdI >= Ikmmax	fi(Ikmmax) [°]	
25	5,998	72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]		
	Prot. contatti indiretti	
Sg. mag. <	Imagmax	
60	34,438	



Cavo		
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV	
Formazione	3G1.5	
Temperatura cavo a lb [°C]	30 <=	30 <= 90
Temperatura cavo a ln [°C]	30 <=	39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]		
	Verificato	
K²S² conduttore fase	4,601E+04	
K²S² neutro	4,601E+04	
K²S² PE	4,601E+04	

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
1,133	1,133	4
Cdt ln	CdtTot ln	
7,473	10,511	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,069	0,034	11,889
A transitorio fondo linea			
	Ikvmx	fi(Ikvmx) [°]	
	0,069	0,992	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza			
+Tribuna coperta.QIETC-U4			
Illuminazione emergenza 2 tribuna coperta			
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]			
	Ib <= Ins <= Iz		
Fase	0,091 6 15,4		
Neutro	0,091 6 15,4		
1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)			
Verifica contatti indiretti			
	Verificato		
la c.i. [A]	0		
Tempo di interruzione [s]	1		
VT a la c.i. [V]	50		
Cavo			
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		
Formazione	2x1.5		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90		
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90		
K²S²>I²t [A²s]			
	Verificato		
K²S² conduttore fase	4,601E+04		
K²S² neutro	4,601E+04		
Caduta di tensione [%]			
Tensione nominale [V]	231		
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max	
0,113	0,113	4	
Cdt In	CdtTot In		
7,473	10,51		
Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,069	0,034	1,727
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,069	0,992	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

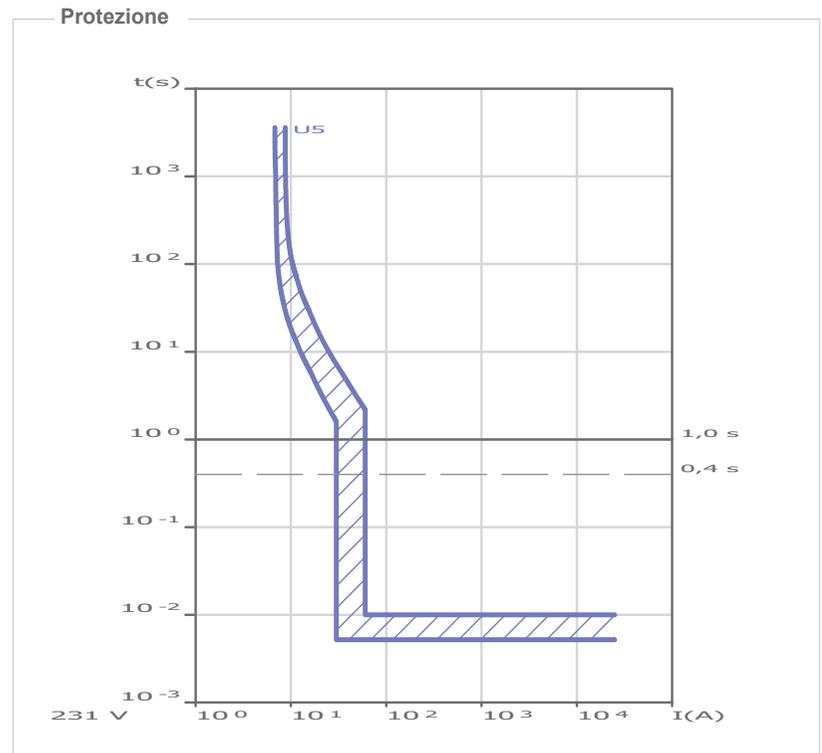
Utenza	
+Tribuna coperta.QIETC-U5	illuminazione ordinaria 3 tribuna coperta

Coord. lb <= Ins <= Iz [A]		
	lb <= Ins <= Iz	1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	1,367 6 15,4	
Neutro	1,367 6 15,4	

Verifica contatti indiretti		
	Verificato	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.
la c.i. [A]	6,566	(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
Tempo di interruzione [s]	1	La protezione dell'utenza +Tribuna coperta.QIETC-I4
VT a la c.i. [V]	50	interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 6,566

Potere di interruzione [kA]		
	Verificato	
A transitorio inizio linea		
Coordinamento in Backup con l'utenza: +Tribuna coperta.QIETC-I4		
PdI >= Ikmmax	fi(Ikmmax) [°]	
25	5,998 72,542	

Sg. mag.<Imagmax [A]		
	Prot. contatti indiretti	
Sg. mag. < Imagmax		
60	37,105	



Cavo		
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV	
Formazione	3G1.5	
Temperatura cavo a lb [°C]	30 <= 30 <= 90	
Temperatura cavo a ln [°C]	30 <= 39 <= 90	

K²S²>I²t [A²s]		
	Verificato	
K²S² conduttore fase	4,601E+04	
K²S² neutro	4,601E+04	
K²S² PE	4,601E+04	

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
1,548	1,548	4
Cdt ln	CdtTot ln	
6,8	9,753	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,075	0,037	11,889
A transitorio fondo linea			
	Ikvmx	fi(Ikvmx) [°]	
	0,075	1,041	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza				
+Tribuna coperta.QIETC-U6		Illuminazione emergenza 3 tribuna coperta		
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	0,137		6	15,4
Neutro	0,137		6	15,4
1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)				
Verifica contatti indiretti				
	Verificato			
la c.i. [A]	0			
Tempo di interruzione [s]	1			
VT a la c.i. [V]	50			
Cavo		K ² S ² >I ² t [A ² s]		
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		Verificato	
Formazione	2x1.5			
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	30	<= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	39	<= 90
			K ² S ² conduttore fase	4,601E+04
			K ² S ² neutro	4,601E+04
Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]	231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max	Max	Min
0,155	0,155	4	0,075	0,037
			Picco	
Cdt In	CdtTot In		1,727	
6,8	9,752		A transitorio fondo linea	
			Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]
			0,075	1,041

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna coperta.QIETC-U7	illuminazione ordinaria uscita em. atleti

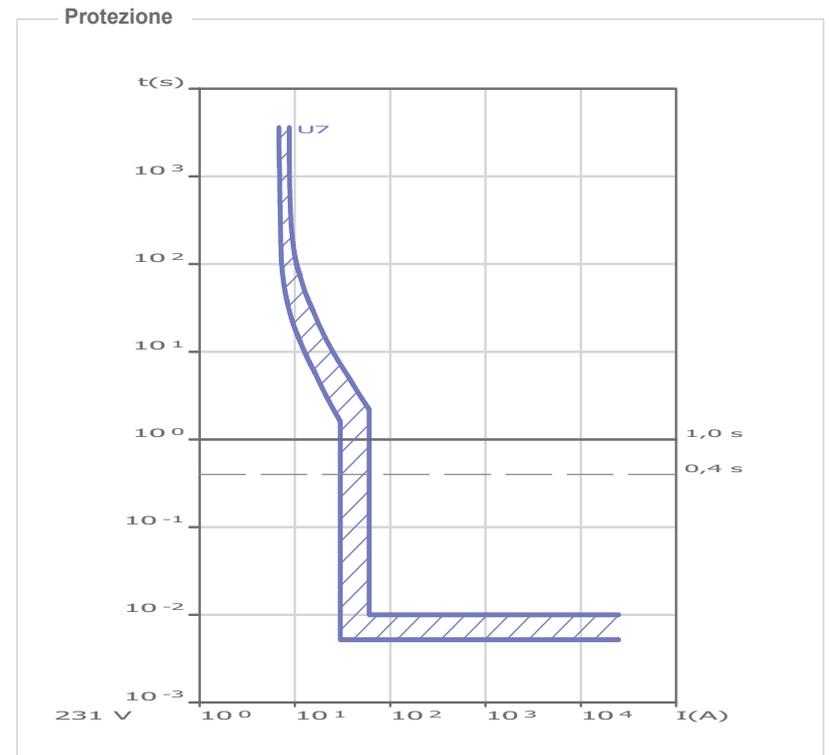
Coord. lb <= Ins <= Iz [A]		
lb	<=	Ins <= Iz
Fase	1,367	6 <= 15,4
Neutro	1,367	6 <= 15,4

1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)

Verifica contatti indiretti		
la c.i. [A]	Verificato	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.
Tempo di interruzione [s]	7,587	(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
VT a la c.i. [V]	1	La protezione dell'utenza +Tribuna coperta.QIETC-I5
	50	interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 7,587

Potere di interruzione [kA]		
Verificato		
A transitorio inizio linea		
Coordinamento in Backup con l'utenza:		
+Tribuna coperta.QIETC-I5		
PdI	>=	Ikmax
25		5,998
		fi(Ikmax) [°]
		72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]		
Verificato		
Sg. mag.	<	Imagmax
60		53,751



Cavo		
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV	
Formazione	3G1.5	
Temperatura cavo a lb [°C]	30 <=	30 <= 90
Temperatura cavo a ln [°C]	30 <=	39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]		
Verificato		
K²S² conduttore fase	4,601E+04	
K²S² neutro	4,601E+04	
K²S² PE	4,601E+04	

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
0,777	0,777	4
Cdt ln	CdtTot ln	
3,413	6,72	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,108	0,054	11,889
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,108	1,346	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza				
+Tribuna coperta.QIETC-U8		Illuminazione emergenza uscita em. atleti		
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	0,137		6	15,4
Neutro	0,137		6	15,4
1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)				
Verifica contatti indiretti				
				Verificato
la c.i. [A]				0
Tempo di interruzione [s]				1
VT a la c.i. [V]				50
Cavo		K²S²>I²t [A²s]		
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV			Verificato
Formazione	2x1.5			
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	30	<= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	39	<= 90
				K²S² conduttore fase 4,601E+04
				K²S² neutro 4,601E+04
Caduta di tensione [%]			Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]	231		A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max	Max	Min
0,078	0,078	4	0,108	0,054
				Picco
Cdt In	CdtTot In		A transitorio fondo linea	
3,413	6,722		IkVmax	fi(IkVmax) [°]
			0,108	1,346

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza				
+Tribuna coperta.QIETC-U1_1		Derivazione Illuminazione ordinaria 1 tribune coperte		
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]				
	Ib	<=	Ins	<= Iz
Fase	0,456		6	15,4
Neutro	0,456		6	15,4
1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)				
Verifica contatti indiretti				
la c.i. [A]	3,005	Verificato		
Tempo di interruzione [s]	0,2	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)		
VT a la c.i. [V]	25	La protezione dell'utenza +Tribuna coperta.QIETC-I2 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 3,005		
Cavo		K²S²>I²t [A²s]		
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		Verificato	
Formazione	3G1.5		K²S² conduttore fase 4,601E+04	
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90		K²S² neutro 4,601E+04	
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90		K²S² PE 4,601E+04	
Caduta di tensione [%]		Correnti di guasto [kA]		
Tensione nominale [V]	231	A regime fondo linea, Picco a inizio linea		
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max	Max	Min
0,006	1,378	4	0,08	0,04
Cdt In	CdtTot In		Picco	
0,084	9,132		0,116	
			A transitorio fondo linea	
			Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]
			0,08	1,087

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	+Tribuna coperta.QIETC-U2_1	Derivazione Illuminazione emergenza 1 tribune coperte
---------------	------------------------------------	---

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]					1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)	
	Ib	<=	Ins	<=		Iz
Fase	0,046		6			15,4
Neutro	0,046		6			15,4

Verifica contatti indiretti		Verificato
la c.i. [A]		0
Tempo di interruzione [s]		0,2
VT a la c.i. [V]		25

Cavo	
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV
Formazione	2x1.5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]		Verificato
K²S² conduttore fase		4,601E+04
K²S² neutro		4,601E+04

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max
0,001	0,138	4
Cdt In	CdtTot In	
0,084	9,132	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,08	0,04	0,116
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,08	1,087	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza			
+Tribuna coperta.QIETC-U3_1			
Derivazione Illuminazione ordinaria 2 tribune coperte			
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]			
	1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)		
Ib <= Ins <= Iz			
Fase	0,456 6 15,4		
Neutro	0,456 6 15,4		
Verifica contatti indiretti			
la c.i. [A]	Verificato 3,187		
Tempo di interruzione [s]	0,2		
VT a la c.i. [V]	25		
Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Tribuna coperta.QIETC-I3 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 3,187			
Cavo			
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		
Formazione	3G1.5		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90		
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90		
K²S²>I²t [A²s]			
	Verificato		
K²S² conduttore fase	4,601E+04		
K²S² neutro	4,601E+04		
K²S² PE	4,601E+04		
Caduta di tensione [%]			
Tensione nominale [V]	231		
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max	
0,006	1,14	4	
Cdt In	CdtTot In		
0,084	7,557		
Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,096	0,048	0,141
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,096	1,237	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna coperta.QIETC-U4_1	Derivazione Illuminazione emergenza 2 tribune coperte

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]						
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	0,046		6		15,4	
Neutro	0,046		6		15,4	

Verifica contatti indiretti	
	Verificato
la c.i. [A]	0
Tempo di interruzione [s]	0,2
VT a la c.i. [V]	25

Cavo	
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV
Formazione	2x1.5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]	
	Verificato
K²S² conduttore fase	4,601E+04
K²S² neutro	4,601E+04

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max
0,001	0,114	4
Cdt In	CdtTot In	
0,084	7,557	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,096	0,048	0,141
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,096	1,237	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza			
+Tribuna coperta.QIETC-U5_1			
Derivazione Illuminazione ordinaria 3 tribune coperte			
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]			
	Ib <= Ins <= Iz		
Fase	0,456 6 15,4		
Neutro	0,456 6 15,4		
1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)			
Verifica contatti indiretti			
la c.i. [A]	Verificato 3,272		
Tempo di interruzione [s]	0,2		
VT a la c.i. [V]	25		
Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Tribuna coperta.QIETC-I4 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 3,272			
Cavo			
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		
Formazione	3G1.5		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90		
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90		
K²S²>I²t [A²s]			
	Verificato		
K²S² conduttore fase	4,601E+04		
K²S² neutro	4,601E+04		
K²S² PE	4,601E+04		
Caduta di tensione [%]			
Tensione nominale [V]	231		
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max	
0,006	1,554	4	
Cdt In	CdtTot In		
0,084	6,884		
Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,106	0,052	0,154
A transitorio fondo linea			
	Ikvmx	fi(Ikvmx) [°]	
	0,106	1,322	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna coperta.QIETC-U6_1	Derivazione Illuminazione emergenza 3 tribune coperte

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]						
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	0,046		6		15,4	
Neutro	0,046		6		15,4	

Verifica contatti indiretti	
	Verificato
Ia c.i. [A]	0
Tempo di interruzione [s]	0,2
VT a Ia c.i. [V]	25

Cavo	
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV
Formazione	2x1.5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]	
	Verificato
K²S² conduttore fase	4,601E+04
K²S² neutro	4,601E+04

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max
0,001	0,155	4
Cdt In	CdtTot In	
0,084	6,884	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,106	0,052	0,154
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,106	1,322	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza			
+Tribuna coperta.QIETC-U7_1			
Derivazione Illuminazione ordinaria uscita em. atleti			
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]			
	Ib <= Ins <= Iz		
Fase	0,456 6 15,4		
Neutro	0,456 6 15,4		
1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)			
Verifica contatti indiretti			
la c.i. [A]	Verificato 3,46		
Tempo di interruzione [s]	0,2		
VT a la c.i. [V]	25		
Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Tribuna coperta.QIETC-I5 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 3,46			
Cavo			
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		
Formazione	3G1.5		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90		
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90		
K²S²>I²t [A²s]			
	Verificato		
K²S² conduttore fase	4,601E+04		
K²S² neutro	4,601E+04		
K²S² PE	4,601E+04		
Caduta di tensione [%]			
Tensione nominale [V]	231		
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max	
0,159	0,937	4	
Cdt In	CdtTot In		
2,098	5,51		
Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,132	0,065	0,306
A transitorio fondo linea			
	IkVmax	fi(IkVmax) [°]	
	0,132	1,559	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza

+Tribuna coperta.QIETC-U8_1

Derivazione Illuminazione | emergenza uscita em. atleti

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]

	Ib	<=	Ins	<=	Iz
Fase	0,046		6		15,4
Neutro	0,046		6		15,4

1) Utenza +Tribuna coperta.QIETC-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)

Verifica contatti indiretti

	Verificato
Ia c.i. [A]	0
Tempo di interruzione [s]	0,2
VT a Ia c.i. [V]	25

Cavo

Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		
Formazione	2x1.5		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30	<=	30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30	<=	39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]

	Verificato
K²S² conduttore fase	4,601E+04
K²S² neutro	4,601E+04

Caduta di tensione [%]

Tensione nominale [V]	231	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max
0,016	0,094	4
Cdt In	CdtTot In	
2,098	5,51	

Correnti di guasto [kA]

A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,132	0,065	0,306
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,132	1,559	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna scoperta.QIETS-I1	Generale Illuminazione emergenza tribune scoperte

Coord. lb <= Ins <= Iz [A]		1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica)
lb <=	Ins <=	Iz
Fase 2,507	6	
Neutro 0,001	6	

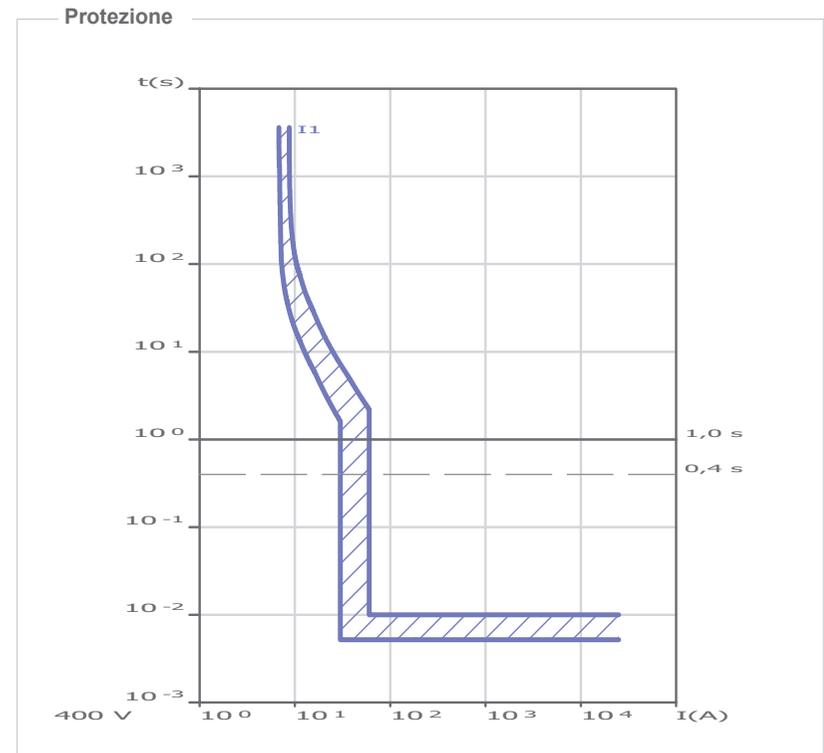
Verifica contatti indiretti		Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
la c.i. [A]	Verificato 8,999	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a la c.i. [V]	50	

Potere di interruzione [kA]		Verificato
A transitorio inizio linea	PdI >= Ikmax	fi(Ikmax) [°]
25	16	72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]		Verificato
Sg. mag.	<	Imagmax
60		5679,175

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	400	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
0	0	4
Cdt In	CdtTot In	
0	0	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Trifase	16	15,144	3,574
Bifase	13,856	13,115	3,466
Bifase-N	13,979	13,231	3,474
Fase-N	6	5,679	3,713
A transitorio fondo linea			
	IkVmax	fi(IkVmax) [°]	
	16	72,542	



Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna scoperta.QIETS-I2	Interruttore Illuminazione tribuna scoperta

Coord. lb <= Ins <= Iz [A]		
lb <= Ins <= Iz		1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. transf. = 1)
Fase	2,506	6
Neutro	2,506	6

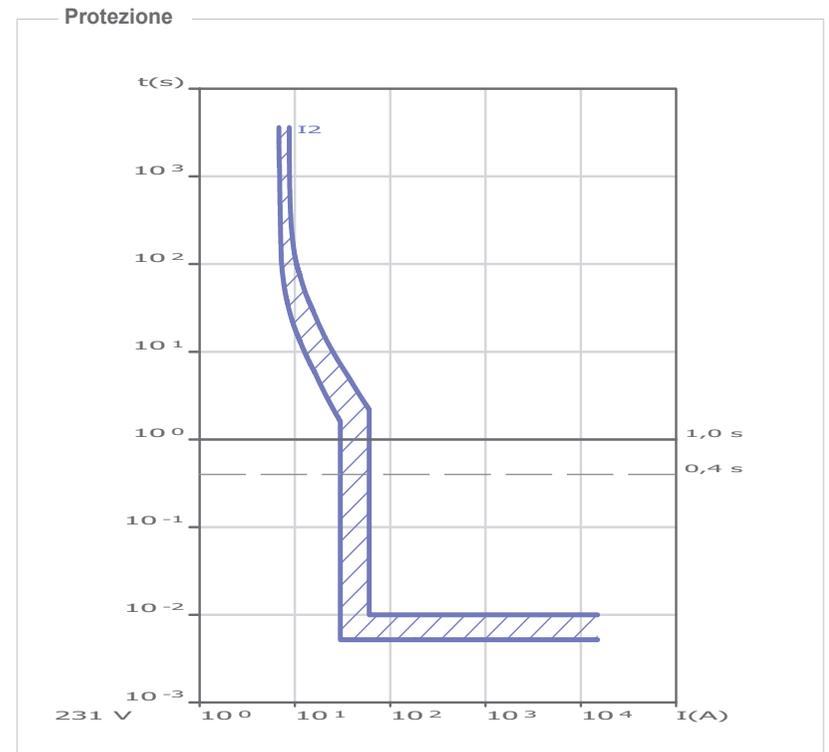
Verifica contatti indiretti		
	Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
la c.i. [A]	8,999	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a la c.i. [V]	50	

Potere di interruzione [kA]		
	Verificato	
A transitorio inizio linea		
PdI >= Ikmmax	fi(Ikmmax) [°]	
15	5,998	72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]		
	Verificato	
Sg. mag. <	Imagmax	
60	5677,693	

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
0	0	4
Cdt In	CdtTot In	
0	0	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	5,998	5,678	1,727
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	5,998	72,542	



Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna scoperta.QIETS-I3	Interruttore Illuminazione 2 tribuna scoperta

Coord. lb < Ins < Iz [A]		
lb	<=	Ins <= Iz
Fase	2,507	6
Neutro	2,507	6
1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. transf. = 1)		

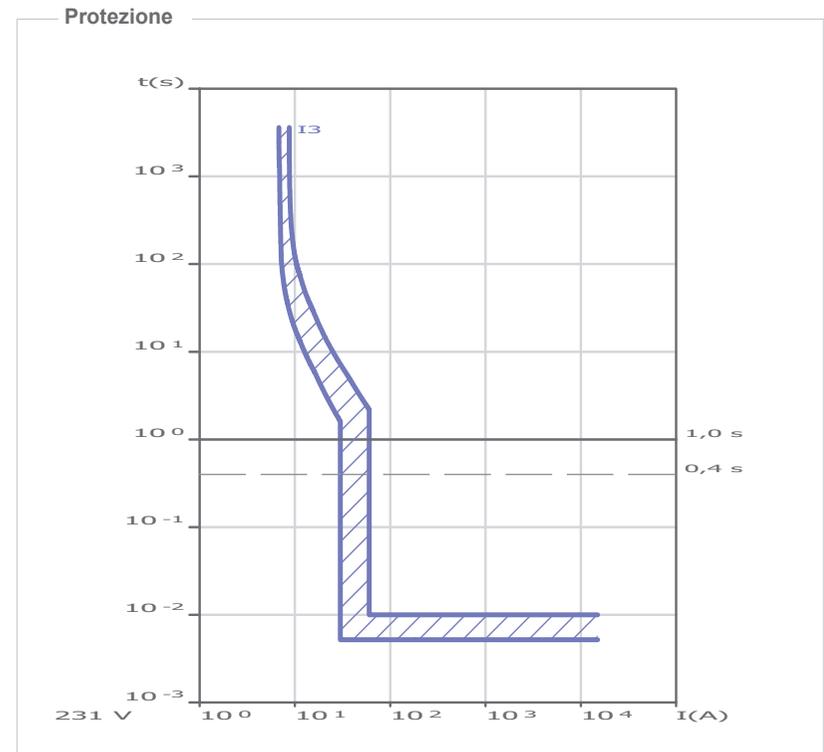
Verifica contatti indiretti		Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
la c.i. [A]		8,999	
Tempo di interruzione [s]		1	
VT a la c.i. [V]		50	

Potere di interruzione [kA]		Verificato
A transitorio inizio linea		
PdI >= Ikmax	fi(Ikmax) [°]	
15	5,998	72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]		Verificato
Sg. mag.	<	Imagmax
60		5677,693

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]		231
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
0	0	4
Cdt In	CdtTot In	
0	0	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	5,998	5,678	1,727
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	5,998	72,542	



Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna scoperta.QIETS-I4	Interruttore Illuminazione 3 tribuna scoperta

Coord. lb <= Ins <= Iz [A]		
lb <= Ins <= Iz		1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. transf. = 1)
Fase	2,506	6
Neutro	2,506	6

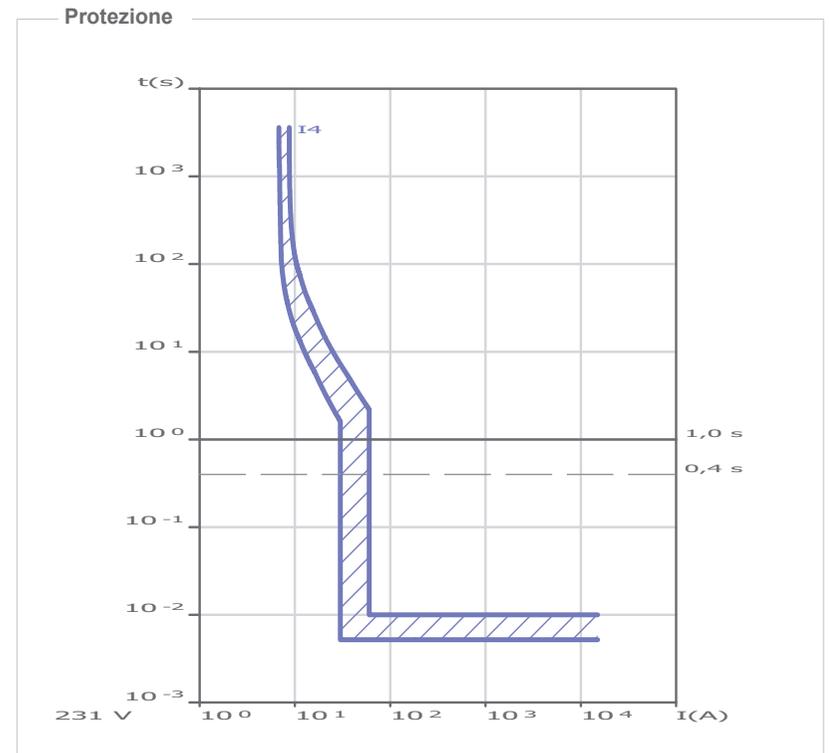
Verifica contatti indiretti		
	Verificato	Utenza in quadro (definita protetta ai contatti indiretti).
la c.i. [A]	8,999	
Tempo di interruzione [s]	1	
VT a la c.i. [V]	50	

Potere di interruzione [kA]		
	Verificato	
A transitorio inizio linea		
PdI >= Ikmmax	fi(Ikmmax) [°]	
15	5,998	72,542

Sg. mag.<Iimagmax [A]		
	Verificato	
Sg. mag. <	Iimagmax	
60	5677,693	

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
0	0	4
Cdt In	CdtTot In	
0	0	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	5,998	5,678	1,727
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	5,998	72,542	



Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza			
+Tribuna scoperta.QIETS-U1		Illuminazione ordinaria 1 tribuna scoperta	
Coord. lb <= Ins <= Iz [A]			
	lb	<=	Ins <= Iz
Fase	2,278	6	15,4
Neutro	2,278	6	15,4
1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)			
Verifica contatti indiretti			
la c.i. [A]	Verificato	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota.	
Tempo di interruzione [s]	7,75	(Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)	
VT a la c.i. [V]	1	La protezione dell'utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I2	
	50	interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 7,75	
Potere di interruzione [kA]		Sg. mag.<Imagmax [A]	
Verificato		Prot. contatti indiretti	
A transitorio inizio linea		Sg. mag.	< Imagmax
Coordinamento in Backup con l'utenza: +Tribuna scoperta.QIETS-I2		60	29,493
PdI >= Ikmmax	fi(Ikmmax) [°]		
25	5,998	72,542	
Cavo		K²S²>I²t [A²s]	
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV	Verificato	
Formazione	3G1.5	K²S² conduttore fase 4,601E+04	
Temperatura cavo a lb [°C]	30 <= 31 <= 90	K²S² neutro 4,601E+04	
Temperatura cavo a ln [°C]	30 <= 39 <= 90	K²S² PE 4,601E+04	
Caduta di tensione [%]		Correnti di guasto [kA]	
Tensione nominale [V]	231	A regime fondo linea, Picco a inizio linea	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max	
1,122	1,122	4	
Cdt ln	CdtTot ln		
2,954	12,282		
		Max	Min
		0,06	0,029
		Picco	
		11,889	
		A transitorio fondo linea	
		Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]
		0,06	0,902

Protezione

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna scoperta.QIETS-U2	illuminazione emergenza tribuna scoperta

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]	
	1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	Ib <= Ins <= Iz
	0,228 6 15,4
Neutro	0,228 6 15,4

Verifica contatti indiretti	
	Verificato
la c.i. [A]	0
Tempo di interruzione [s]	1
VT a la c.i. [V]	50

Cavo	
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV
Formazione	2x1.5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]	
	Verificato
K²S² conduttore fase	4,601E+04
K²S² neutro	4,601E+04

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max
0,112	0,112	4
Cdt In	CdtTot In	
2,954	12,285	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,06	0,029	1,727
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,06	0,902	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

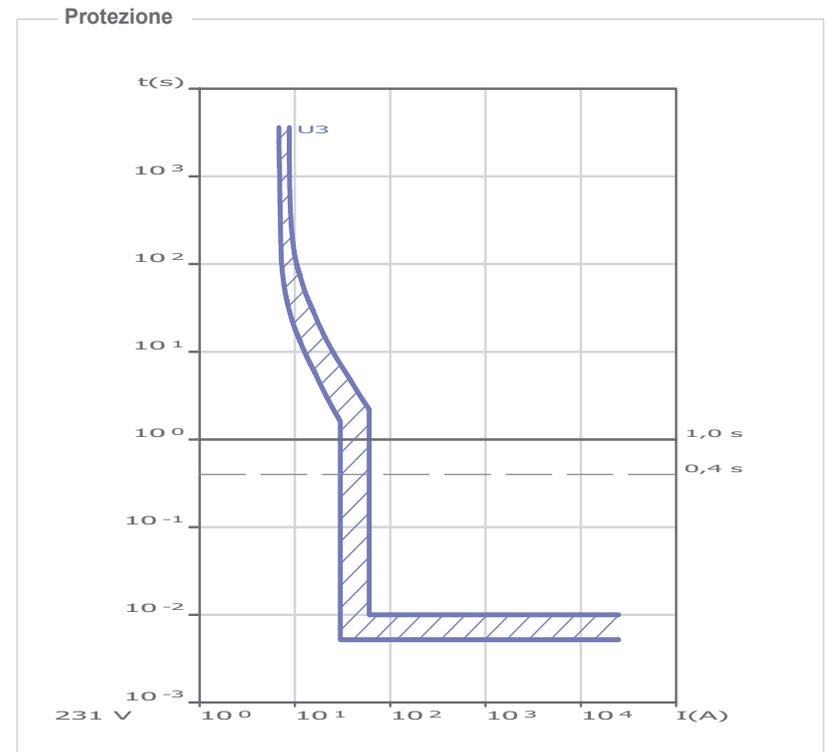
Utenza	+Tribuna scoperta.QIETS-U3	illuminazione ordinaria 2 tribuna scoperta
---------------	-----------------------------------	--

Coord. lb < Ins < Iz [A]				
	lb <=	Ins <=	Iz	1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	2,279	6	15,4	
Neutro	2,279	6	15,4	

Verifica contatti indiretti		
la c.i. [A]	Verificato 8,112	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
Tempo di interruzione [s]	1	La protezione dell'utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I3
VT a la c.i. [V]	50	interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 8,112

Potere di interruzione [kA]		
	Verificato	
A transitorio inizio linea	Coordinamento in Backup con l'utenza: +Tribuna scoperta.QIETS-I3	
PdI >=	Ikmax	fi(Ikmax) [°]
25	5,998	72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]		
	Prot. contatti indiretti	
Sg. mag. <	Imagmax	
60	27,605	



Cavo		
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV	
Formazione	3G1.5	
Temperatura cavo a lb [°C]	30 <=	31 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <=	39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]		
	Verificato	
K²S² conduttore fase	4,601E+04	
K²S² neutro	4,601E+04	
K²S² PE	4,601E+04	

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
0,761	0,761	4
Cdt In	CdtTot In	
2,005	13,127	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,056	0,028	11,889
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,056	0,867	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza			
+Tribuna scoperta.QIETS-U4			
Illuminazione emergenza 2 tribuna scoperta			
Coord. Ib < Ins < Iz [A]			
Ib	<= Ins <= Iz		
Fase	0,228 6 15,4		
Neutro	0,228 6 15,4		
1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)			
Verifica contatti indiretti			
la c.i. [A]	Verificato 0		
Tempo di interruzione [s]	1		
VT a la c.i. [V]	50		
Cavo			
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		
Formazione	2x1.5		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90		
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90		
K²S²>I²t [A²s]			
	Verificato		
K²S² conduttore fase	4,601E+04		
K²S² neutro	4,601E+04		
Caduta di tensione [%]			
Tensione nominale [V]	231		
Cdt Ib	CdtTot Ib		
0,076	0,076		
Cdt In	CdtTot In		
2,005	13,126		
Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,056	0,028	1,727
A transitorio fondo linea			
	IkVmax	fi(IkVmax) [°]	
	0,056	0,867	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

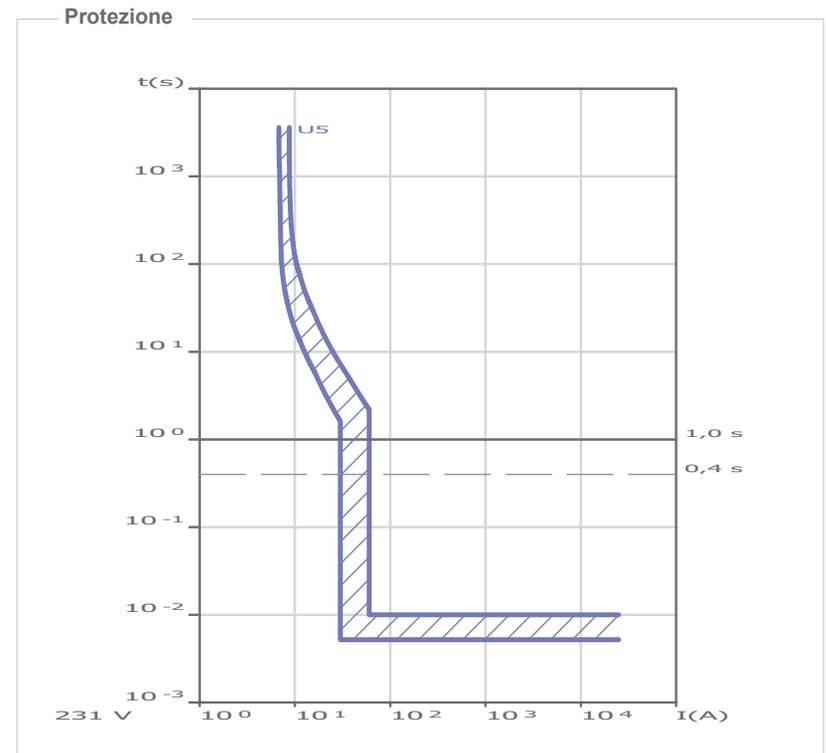
Utenza	+Tribuna scoperta.QIETS-U5	illuminazione ordinaria 3 tribuna scoperta
---------------	-----------------------------------	--

Coord. lb < Ins < lz [A]				
	lb <=	Ins <=	lz	1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	2,278	6	15,4	
Neutro	2,278	6	15,4	

Verifica contatti indiretti		
la c.i. [A]	Verificato 5,877	Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata)
Tempo di interruzione [s]	1	La protezione dell'utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I4
VT a la c.i. [V]	50	interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 5,877

Potere di interruzione [kA]		
Verificato		
A transitorio inizio linea		
Coordinamento in Backup con l'utenza: +Tribuna scoperta.QIETS-I4		
PdI >=	Ikmmax	fi(Ikmmax) [°]
25	5,998	72,542

Sg. mag.<Imagmax [A]		
Prot. contatti indiretti		
Sg. mag. <	Imagmax	
60	25,945	



Cavo		
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV	
Formazione	3G1.5	
Temperatura cavo a lb [°C]	30 <=	31 <= 90
Temperatura cavo a ln [°C]	30 <=	39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]		
Verificato		
K²S² conduttore fase	4,601E+04	
K²S² neutro	4,601E+04	
K²S² PE	4,601E+04	

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt lb	CdtTot lb	Cdt max
3,701	3,701	4
Cdt ln	CdtTot ln	
9,752	13,971	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,052	0,026	11,889
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,052	0,837	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza			
+Tribuna scoperta.QIETS-U6			
Illuminazione emergenza 3 tribuna scoperta			
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]			
Ib <= Ins <= Iz	1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)		
Fase	0,228 6 15,4		
Neutro	0,228 6 15,4		
Verifica contatti indiretti			
la c.i. [A]	Verificato 0		
Tempo di interruzione [s]	1		
VT a la c.i. [V]	50		
Cavo			
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		
Formazione	2x1.5		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90		
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90		
K²S²>I²t [A²s]			
K²S² conduttore fase	Verificato 4,601E+04		
K²S² neutro	4,601E+04		
Caduta di tensione [%]			
Tensione nominale [V]	231		
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max	
0,112	0,112	4	
Cdt In	CdtTot In		
2,954	13,969		
Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,052	0,026	1,727
A transitorio fondo linea			
	IkVmax	fi(IkVmax) [°]	
	0,052	0,837	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza			
+Tribuna scoperta.QIETS-U1_1			
Derivazione Illuminazione ordinaria 1 tribune scoperte			
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]			
	Ib <= Ins <= Iz		
Fase	0,456 6 15,4		
Neutro	0,456 6 15,4		
1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)			
Verifica contatti indiretti			
la c.i. [A]	Verificato 3,8		
Tempo di interruzione [s]	0,2		
VT a la c.i. [V]	25		
Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I2 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 3,8			
Cavo			
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV		
Formazione	3G1.5		
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90		
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90		
K²S²>I²t [A²s]			
	Verificato		
K²S² conduttore fase	4,601E+04		
K²S² neutro	4,601E+04		
K²S² PE	4,601E+04		
Caduta di tensione [%]			
Tensione nominale [V]	231		
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max	
0,032	1,153	4	
Cdt In	CdtTot In		
0,419	3,374		
Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,214	0,107	0,352
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,214	2,31	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna scoperta.QIETS-U2_1	Derivazione Illuminazione emergenza 1 tribune scoperte

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]		
	Ib <= Ins <= Iz	1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	0,046 6 15,4	
Neutro	0,046 6 15,4	

Verifica contatti indiretti	
	Verificato
la c.i. [A]	0
Tempo di interruzione [s]	0,2
VT a la c.i. [V]	25

Cavo	
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV
Formazione	2x1.5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]	
	Verificato
K²S² conduttore fase	4,601E+04
K²S² neutro	4,601E+04

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max
0,003	0,115	4
Cdt In	CdtTot In	
0,419	3,374	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,214	0,107	0,352
A transitorio fondo linea			
	Ikvmax	fi(Ikvmax) [°]	
	0,214	2,31	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna scoperta.QIETS-U3_1	
Derivazione Illuminazione ordinaria 2 tribune scoperte	
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]	
	Ib <= Ins <= Iz
Fase	0,456 6 15,4
Neutro	0,456 6 15,4
1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. transf. = 1)	
Verifica contatti indiretti	
la c.i. [A]	Verificato 3,974
Tempo di interruzione [s]	0,2
VT a la c.i. [V]	25
Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I3 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 3,974	
Cavo	K ² S ² >I ² t [A ² s]
Designazione FG16OR16 0.6/1 kV	Verificato
Formazione 3G1.5	K ² S ² conduttore fase 4,601E+04
Temperatura cavo a Ib [°C] 30 <= 30 <= 90	K ² S ² neutro 4,601E+04
Temperatura cavo a In [°C] 30 <= 39 <= 90	K ² S ² PE 4,601E+04
Caduta di tensione [%]	Correnti di guasto [kA]
Tensione nominale [V] 231	A regime fondo linea, Picco a inizio linea
Cdt Ib CdtTot Ib Cdt max	Max Min Picco
0,032 0,793 4	Fase-N 0,297 0,148 0,516
Cdt In CdtTot In	A transitorio fondo linea
0,419 2,425	IkVmax fi(IkVmax) [°]
	0,297 3,06

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna scoperta.QIETS-U4_1	Derivazione Illuminazione emergenza 2 tribune scoperte

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]						
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	0,046		6		15,4	
Neutro	0,046		6		15,4	

Verifica contatti indiretti	
	Verificato
la c.i. [A]	0
Tempo di interruzione [s]	0,2
VT a la c.i. [V]	25

Cavo	
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV
Formazione	2x1.5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]	
	Verificato
K²S² conduttore fase	4,601E+04
K²S² neutro	4,601E+04

Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max
0,003	0,079	4
Cdt In	CdtTot In	
0,419	2,425	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,297	0,148	0,516
A transitorio fondo linea			
	IkVmax	fi(IkVmax) [°]	
	0,297	3,06	

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna scoperta.QIETS-U5_1	
Derivazione Illuminazione ordinaria 3 tribune scoperte	
Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]	
Ib <= Ins <= Iz	1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	0,456 6 15,4
Neutro	0,456 6 15,4
Verifica contatti indiretti	
la c.i. [A]	Verificato 2,895
Tempo di interruzione [s]	0,2
VT a la c.i. [V]	25
Sistema distribuzione: TT; Impedenza di fornitura non nota. (Nota: l'analisi termina alla prima protezione utile trovata) La protezione dell'utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I4 interviene tramite sgancio differenziale; I prot. = 0,03 < la c.i. = 2,895	
Cavo	K ² S ² >I ² t [A ² s]
Designazione FG16OR16 0.6/1 kV	Verificato
Formazione 3G1.5	K ² S ² conduttore fase 4,601E+04
Temperatura cavo a Ib [°C] 30 <= 30 <= 90	K ² S ² neutro 4,601E+04
Temperatura cavo a In [°C] 30 <= 39 <= 90	K ² S ² PE 4,601E+04
Caduta di tensione [%]	Correnti di guasto [kA]
Tensione nominale [V] 231	A regime fondo linea, Picco a inizio linea
Cdt Ib CdtTot Ib Cdt max	Max Min Picco
0,032 3,733 4	Fase-N 0,072 0,036 0,108
Cdt In CdtTot In	A transitorio fondo linea
0,419 10,172	Ikvmax fi(Ikvmax) [°]
	0,072 1,013

Stato utenze

Data: 02/04/2019

Responsabile:

Utenza	
+Tribuna scoperta.QIETS-U6_1	Derivazione Illuminazione emergenza 3 tribune scoperte

Coord. Ib <= Ins <= Iz [A]						
	Ib	<=	Ins	<=	Iz	1) Utenza +Tribuna scoperta.QIETS-I1: Ins = 6 [A] (sgancio protezione termica) (Rapp. trasf. = 1)
Fase	0,046		6		15,4	
Neutro	0,046		6		15,4	

Verifica contatti indiretti	
	Verificato
Ia c.i. [A]	0
Tempo di interruzione [s]	0,2
VT a Ia c.i. [V]	25

Cavo	
Designazione	FG16OR16 0.6/1 kV
Formazione	2x1.5
Temperatura cavo a Ib [°C]	30 <= 30 <= 90
Temperatura cavo a In [°C]	30 <= 39 <= 90

K²S²>I²t [A²s]	
	Verificato
K²S² conduttore fase	4,601E+04
K²S² neutro	4,601E+04

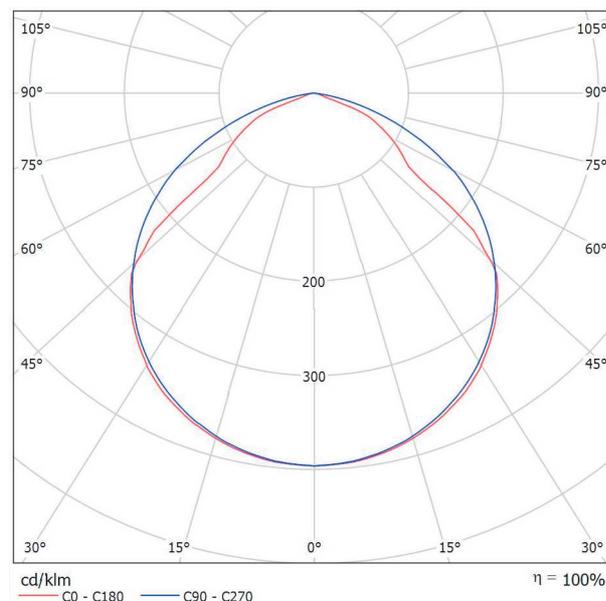
Caduta di tensione [%]		
Tensione nominale [V]	231	
Cdt Ib	CdtTot Ib	Cdt max
0,003	0,115	4
Cdt In	CdtTot In	
0,419	3,374	

Correnti di guasto [kA]			
A regime fondo linea, Picco a inizio linea			
	Max	Min	Picco
Fase-N	0,214	0,107	0,352
A transitorio fondo linea			
	IkVmax	fi(IkVmax) [°]	
	0,214	2,31	

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Disano 993 Forma LED - vetro trasparente Disano 993 65W CLD CELL grey / Scheda tecnica apparecchio

Emissione luminosa 1:



Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 54 88 99 100 100

CORPO: In acciaio, imbutito in un unico pezzo di elevata resistenza meccanica. Completo di telaio in acciaio stampato, imbutito in un unico pezzo di elevata resistenza meccanica.
DIFFUSORE: In vetro temperato spessore 5 mm resistente agli urti.
VERNICIATURA: a polvere poliestere colore RAL7035, previo trattamento di fosfatazione, resistente alla corrosione e alle nebbie saline.
EQUIPAGGIAMENTO: Guarnizione in gomma silicica. Pressacavo in nylon f.v. diam. 1/2 pollice gas (cavo min. diam. 9 max 12). Sistema di chiusura in acciaio. Di serie golfare con gambo filettato. Installabili sul canale art. 6000 tramite l'acc. 6036.
NORMATIVA: Prodotti in conformità alle vigenti norme EN60598-1 CEI 34-21, sono protetti con il grado IP65IK08 secondo le EN 60529. Installabili su superfici normalmente infiammabili.
Ta -25°C +40°C.
Tecnologia LED di ultima generazione vita utile 50.000h al 80% L80B20.
Classificazione rischio fotobiologico: Gruppo di rischio esente

Su richiesta:
-Versione in emergenza.
-Completo di staffa 996.

Emissione luminosa 1:

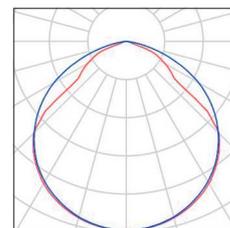
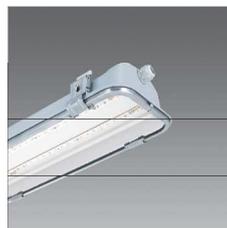
Valutazione di abbagliamento secondo UGR											
p Soffitto	70	70	50	50	30	70	70	50	50	30	
p Pareti	50	30	50	30	30	50	30	50	30	30	
p Pavimento	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	
Dimensioni del locale	X	Y	Linea di mira perpendicolare all'asse delle lampade				Linea di mira parallela all'asse delle lampade				
2H	2H	20.6	21.8	20.9	22.0	22.3	22.7	23.9	23.0	24.2	24.4
	3H	21.1	22.2	21.4	22.4	22.7	23.9	25.0	24.2	25.3	25.5
	4H	21.0	22.0	21.3	22.3	22.6	24.3	25.3	24.6	25.6	25.8
	6H	21.0	21.9	21.3	22.2	22.5	24.4	25.3	24.7	25.6	25.9
	8H	20.9	21.8	21.3	22.1	22.4	24.4	25.3	24.7	25.6	25.9
	12H	20.9	21.7	21.3	22.1	22.4	24.3	25.2	24.7	25.5	25.8
4H	2H	21.1	22.2	21.5	22.4	22.7	22.9	24.0	23.3	24.2	24.5
	3H	21.7	22.6	22.1	22.9	23.2	24.2	25.1	24.6	25.4	25.7
	4H	21.7	22.4	22.1	22.8	23.1	24.6	25.4	25.0	25.7	26.1
	6H	21.6	22.3	22.0	22.6	23.0	24.8	25.4	25.2	25.8	26.2
	8H	21.6	22.2	22.0	22.6	23.0	24.8	25.3	25.2	25.7	26.1
	12H	21.6	22.1	22.0	22.5	22.9	24.7	25.3	25.2	25.7	26.1
8H	4H	21.7	22.3	22.1	22.7	23.1	24.6	25.2	25.0	25.5	26.0
	6H	21.7	22.1	22.1	22.6	23.0	24.7	25.2	25.2	25.6	26.1
	8H	21.6	22.1	22.1	22.5	23.0	24.7	25.1	25.2	25.6	26.1
	12H	21.6	22.0	22.1	22.4	22.9	24.7	25.1	25.2	25.5	26.0
	4H	21.7	22.2	22.1	22.6	23.1	24.5	25.1	25.0	25.5	25.9
	8H	21.6	22.1	22.1	22.5	23.0	24.7	25.1	25.2	25.5	26.0
12H	8H	21.6	22.0	22.1	22.4	22.9	24.7	25.0	25.2	25.5	26.0
	Variazione della posizione dell'osservatore per le distanze delle lampade S										
	S = 1.0H	+0.9 / -1.4				+0.1 / -0.2					
S = 1.5H	+1.6 / -2.1				+0.7 / -1.1						
S = 2.0H	+2.4 / -2.2				+0.8 / -1.4						
Tabella standard	BK02				BK03						
Addendo di correzione	4.0				7.2						

Indici di abbagliamento corretti riferiti a 8994lm Flusso luminoso sferico

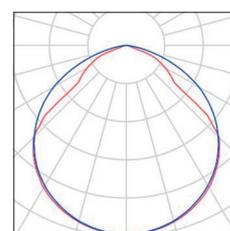
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Tribune coperte / Lista pezzi lampade

3 Pezzo Disano 993 Forma LED - vetro trasparente
Disano 993 65W CLD CELL grey
Articolo No.: 993 Forma LED - vetro trasparente
Flusso luminoso (Lampada): 8993 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 8994 lm
Potenza lampade: 73.2 W
Illuminazione di emergenza: 8993 lm, 73.2 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 54 88 99 100 100
Dotazione: 1 x LTW5630/993-192 (Fattore di correzione 1.000).



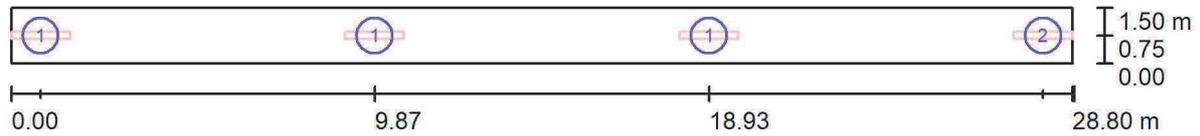
1 Pezzo Disano 993 Forma LED - vetro trasparente
Disano 993 65W CLD CELL grey
Articolo No.: 993 Forma LED - vetro trasparente
Flusso luminoso (Lampada): 8993 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 8994 lm
Potenza lampade: 73.2 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 54 88 99 100 100
Dotazione: 1 x LTW5630/993-192 (Fattore di correzione 1.000).





Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune coperte / Lampade (planimetria)



Scala 1 : 206

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	3	Disano 993 Forma LED - vetro trasparente Disano 993 65W CLD CELL grey
2	1	Disano 993 Forma LED - vetro trasparente Disano 993 65W CLD CELL grey

Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Tribune coperte / Lampade (lista coordinate)

Disano 993 Forma LED - vetro trasparente Disano 993 65W CLD CELL grey

8993 lm, 73.2 W, (Illuminazione di emergenza: 8993 lm, 73.2 W), 1 x 1 x LTW5630/993-192 (Fattore di correzione 1.000).



No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.797	0.750	3.700	0.0	0.0	90.0
2	9.866	0.750	3.700	0.0	0.0	90.0
3	18.935	0.750	3.700	0.0	0.0	90.0



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune coperte / Lampade (lista coordinate)

Disano 993 Forma LED - vetro trasparente Disano 993 65W CLD CELL grey
 8993 lm, 73.2 W, 1 x 1 x LTW5630/993-192 (Fattore di correzione 1.000).

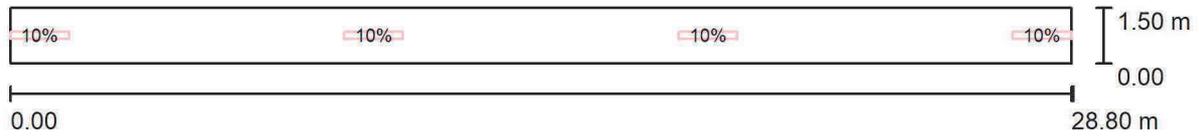


No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	28.004	0.750	3.700	0.0	0.0	90.0



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Tribune coperte / Illuminazione emergenza / Dati di pianificazione

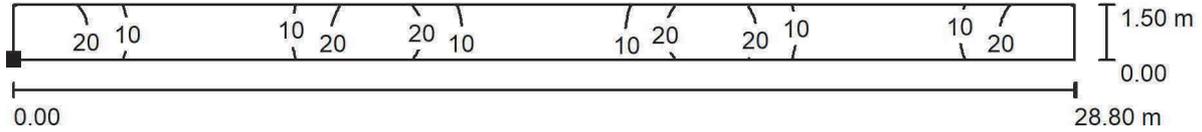


Scala 1 : 206



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune coperte / Illuminazione emergenza / Via di fuga tribuna coperta / Isoleee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 206

Posizione della superficie nella scena esterna:

Punto contrassegnato:
 (0.000 m, 0.000 m, 1.000 m)



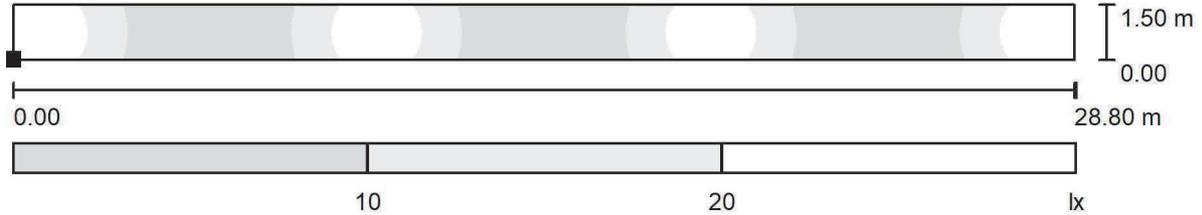
Reticolo: 128 x 16 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
13	3.27	28	0.248	0.115



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Tribune coperte / Illuminazione emergenza / Via di fuga tribuna coperta / Livelli di grigio (E, perpendicolare)



Scala 1 : 206

Posizione della superficie nella
scena esterna:
Punto contrassegnato:
(0.000 m, 0.000 m, 1.000 m)



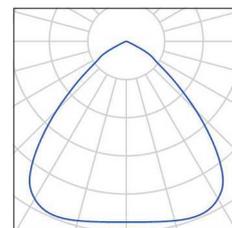
Reticolo: 128 x 16 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
13	3.27	28	0.248	0.115

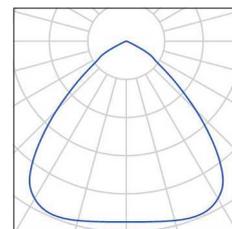
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Tribune scoperte - lato posteriore / Lista pezzi lampade

4 Pezzo Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite
Articolo No.: 2885 Saturno - diffondente - policarbonato
Flusso luminoso (Lampada): 16316 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 16317 lm
Potenza lampade: 100.0 W
Illuminazione di emergenza: 16316 lm, 100.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 71 97 100 100 100
Dotazione: 1 x led_2885_100w (Fattore di correzione 1.000).



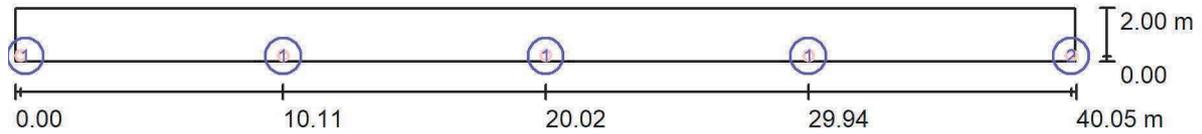
1 Pezzo Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite
Articolo No.: 2885 Saturno - diffondente - policarbonato
Flusso luminoso (Lampada): 16316 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 16317 lm
Potenza lampade: 100.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 71 97 100 100 100
Dotazione: 1 x led_2885_100w (Fattore di correzione 1.000).





Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato posteriore / Lampade (planimetria)



Scala 1 : 287

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	4	Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite
2	1	Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite

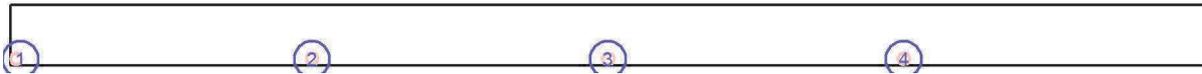


Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato posteriore / Lampade (lista coordinate)

Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite

16316 lm, 100.0 W, (Illuminazione di emergenza: 16316 lm, 100.0 W), 1 x 1 x led_2885_100w (Fattore di correzione 1.000).



No.	Posizione [m]			Rotazione [°]			Z
	X	Y	Z	X	Y	Z	
1	0.200	0.200	5.000	15.0	0.0	0.0	0.0
2	10.112	0.200	5.000	15.0	0.0	0.0	0.0
3	20.025	0.200	5.000	15.0	0.0	0.0	0.0
4	29.937	0.200	5.000	15.0	0.0	0.0	0.0

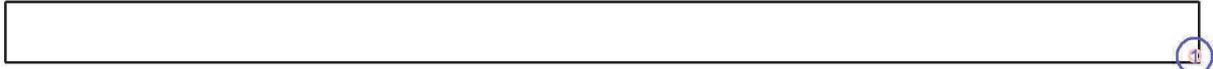


Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato posteriore / Lampade (lista coordinate)

Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite

16316 lm, 100.0 W, 1 x 1 x led_2885_100w (Fattore di correzione 1.000).

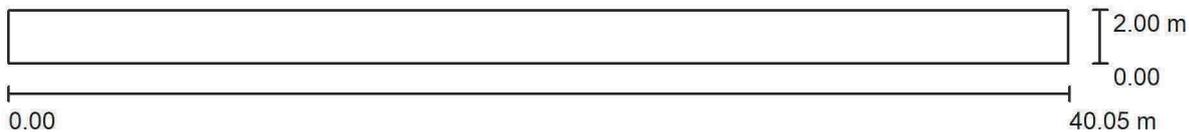


No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	39.850	0.200	5.000	15.0	0.0	0.0



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato posteriore / Illuminazione emergenza / Dati di pianificazione



Fattore di manutenzione: 0.57, ULR (Upward Light Ratio): 0.0%

Scala 1:287

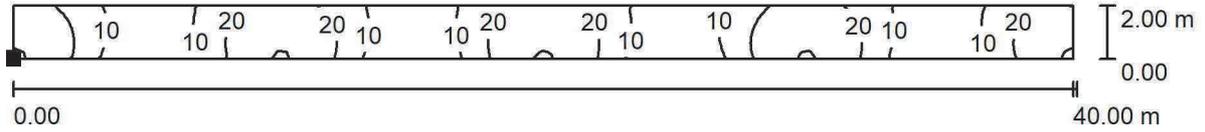
Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione (Fattore di correzione)	Φ (Lampada) [lm]	Φ (Lampadine) [lm]	P [W]
1	4	Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite (1.000)	16316	16317	100.0
2	1	Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite (1.000)	16316	16317	100.0
Totale:			81579	Totale: 81585	500.0



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato posteriore / Illuminazione emergenza / Via di fuga tribuna scoperta lato posteriore / Isoleee (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 286

Posizione della superficie nella scena esterna:
 Punto contrassegnato:
 (0.000 m, 0.000 m, 1.000 m)



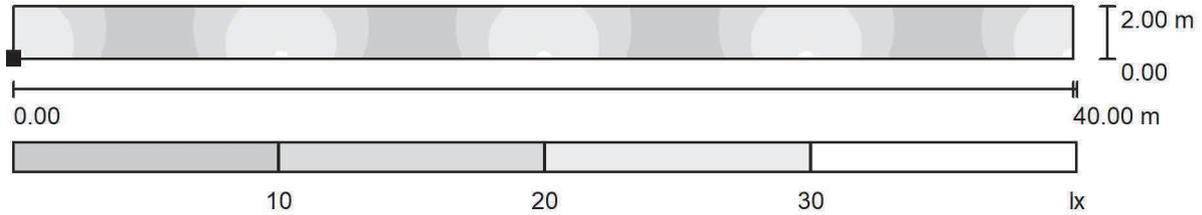
Reticolo: 128 x 16 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
16	3.18	30	0.200	0.105



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato posteriore / Illuminazione emergenza / Via di fuga tribuna scoperta lato posteriore / Livelli di grigio (E, perpendicolare)



Scala 1 : 286

Posizione della superficie nella
 scena esterna:
 Punto contrassegnato:
 (0.000 m, 0.000 m, 1.000 m)



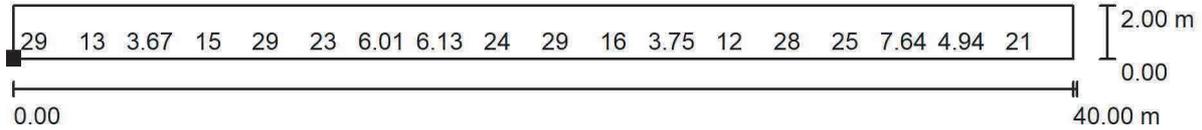
Reticolo: 128 x 16 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
16	3.18	30	0.200	0.105



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato posteriore / Illuminazione emergenza / Via di fuga tribuna scoperta lato posteriore / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 286

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella scena esterna:

Punto contrassegnato:
 (0.000 m, 0.000 m, 1.000 m)



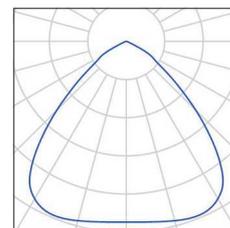
Reticolo: 128 x 16 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
16	3.18	30	0.200	0.105

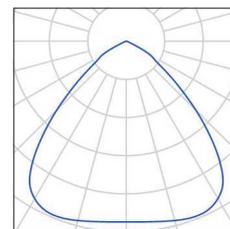
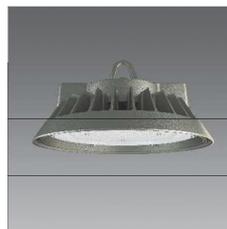
Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Tribune scoperte - lato anteriore / Lista pezzi lampade

4 Pezzo Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite
Articolo No.: 2885 Saturno - diffondente - policarbonato
Flusso luminoso (Lampada): 16316 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 16317 lm
Potenza lampade: 100.0 W
Illuminazione di emergenza: 16316 lm, 100.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 71 97 100 100 100
Dotazione: 1 x led_2885_100w (Fattore di correzione 1.000).



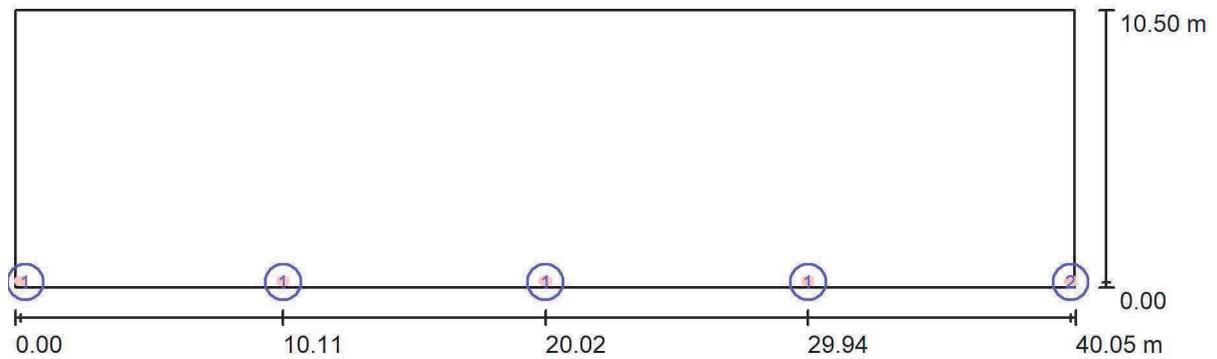
1 Pezzo Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite
Articolo No.: 2885 Saturno - diffondente - policarbonato
Flusso luminoso (Lampada): 16316 lm
Flusso luminoso (Lampadine): 16317 lm
Potenza lampade: 100.0 W
Classificazione lampade secondo CIE: 100
CIE Flux Code: 71 97 100 100 100
Dotazione: 1 x led_2885_100w (Fattore di correzione 1.000).





Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato anteriore / Lampade (planimetria)



Scala 1 : 287

Distinta lampade

No.	Pezzo	Denominazione
1	4	Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite
2	1	Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite

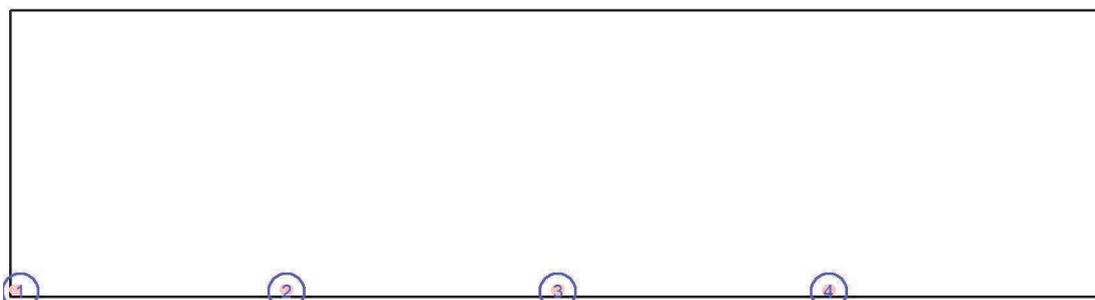


Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato anteriore / Lampade (lista coordinate)

Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D grafite

16316 lm, 100.0 W, (Illuminazione di emergenza: 16316 lm, 100.0 W), 1 x 1 x led_2885_100w (Fattore di correzione 1.000).



No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	0.200	0.200	6.500	60.0	0.0	0.0
2	10.112	0.200	6.500	60.0	0.0	0.0
3	20.025	0.200	6.500	60.0	0.0	0.0
4	29.937	0.200	6.500	60.0	0.0	0.0



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato anteriore / Lampade (lista coordinate)

**Disano 2885 Saturno - diffondente - policarbonato Disano 2885 led 100W CLD CELL-D
 grafite**

16316 lm, 100.0 W, 1 x 1 x led_2885_100w (Fattore di correzione 1.000).

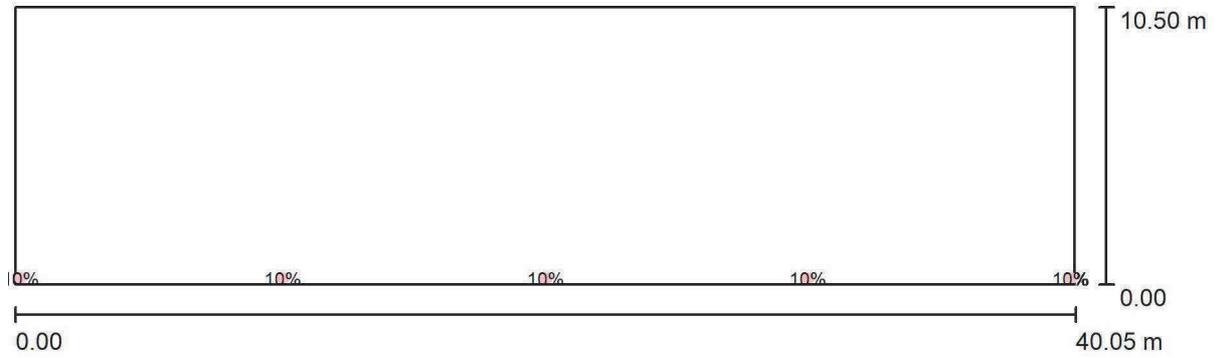


No.	Posizione [m]			Rotazione [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	39.850	0.200	6.500	60.0	0.0	0.0



Redattore
Telefono
Fax
e-Mail

Tribune scoperte - lato anteriore / Illuminazione emergenza / Dati di pianificazione

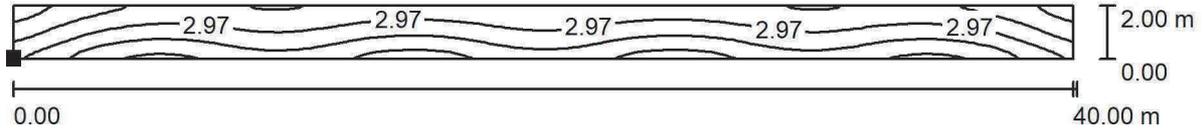


Scala 1 : 287



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato anteriore / Illuminazione emergenza / Via di fuga tribuna scoperta lato posteriore / Isolinee (E, perpendicolare)



Posizione della superficie nella scena esterna:
 Punto contrassegnato:
 (0.000 m, 8.500 m, 1.000 m)

Valori in Lux, Scala 1 : 286



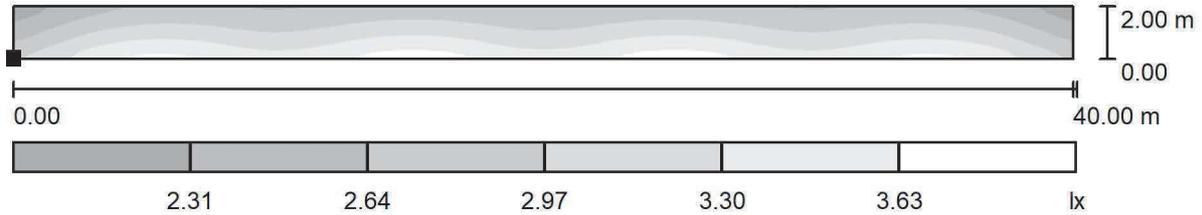
Reticolo: 128 x 16 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
3.06	2.12	3.78	0.694	0.561



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

Tribune scoperte - lato anteriore / Illuminazione emergenza / Via di fuga tribuna scoperta lato posteriore / Livelli di grigio (E, perpendicolare)



Posizione della superficie nella scena esterna:
 Punto contrassegnato:
 (0.000 m, 8.500 m, 1.000 m)



Scala 1 : 286

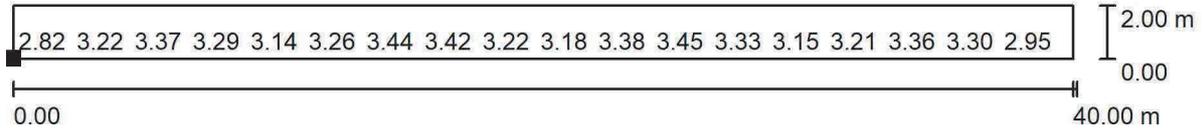
Reticolo: 128 x 16 Punti

E_m [lx]	E_{min} [lx]	E_{max} [lx]	E_{min} / E_m	E_{min} / E_{max}
3.06	2.12	3.78	0.694	0.561



Redattore
 Telefono
 Fax
 e-Mail

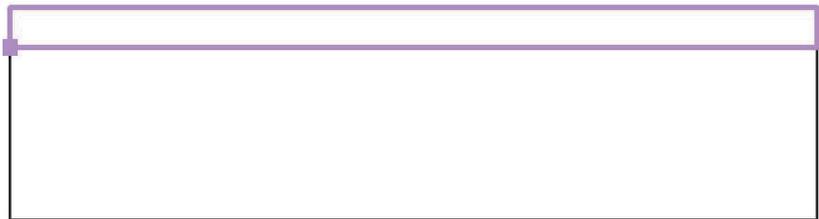
Tribune scoperte - lato anteriore / Illuminazione emergenza / Via di fuga tribuna scoperta lato posteriore / Grafica dei valori (E, perpendicolare)



Valori in Lux, Scala 1 : 286

Impossibile visualizzare tutti i valori calcolati.

Posizione della superficie nella scena esterna:
 Punto contrassegnato:
 (0.000 m, 8.500 m, 1.000 m)



Reticolo: 128 x 16 Punti

E_m [lx]
3.06

E_{min} [lx]
2.12

E_{max} [lx]
3.78

E_{min} / E_m
0.694

E_{min} / E_{max}
0.561