



Comune di Seregno  
Provincia di Monza e Brianza

Ing. Roberto CASLINI  
Via Dei Pioppi, 10  
20841 CARATE BRIANZA (MB)

**RELAZIONE SPECIALISTICA E CALCOLI DI  
PROGETTO DEGLI IMPIANTI ELETTRICI  
INERENTI LAVORI DI MANUTENZIONE  
STRAORDINARIA DELL'EDIFICIO SEDE DELLA  
GUARDIA DI FINANZA PER ADEGUAMENTO ALLA  
NORMATIVA VIGENTE**

**COMMITTENTE:**

Comune di Seregno  
Piazza Martiri della Libertà, 1  
20831 Seregno (MB)

**UBICAZIONE EDIFICIO:**

Guardia di Finanza  
Via Goffredo Mameli, 34  
20831 Seregno (MB)

Carate Brianza, 08 Febbraio 2024

## **INDICE**

<b>PREMESSA</b>	<b>1</b>
<b>1 QUALITÀ DEI COMPONENTI ELETTRICI DA UTILIZZARE</b>	<b>4</b>
<b>2 FORNITURA ENERGIA ELETTRICA</b>	<b>8</b>
<b>3 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI</b>	<b>9</b>
3.1 - POTENZA INSTALLATA	9
3.2 - DIMENSIONAMENTO DEI MONTANTI	11
3.3 - QUADRI DI DISTRIBUZIONE	12
3.4 - CASSETTE DI DERIVAZIONE	13
3.5 - COLLEGAMENTI	13
3.6 - TUBI O CANALINE	18
3.7 - APPARECCHI DI COMANDO PRESE LUCE E FORZA MOTRICE	19
3.8 - PRESE INDUSTRIALI	20
3.9 - CONNESSIONI NEI CANALI	21
<b>4 CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI</b>	<b>22</b>
<b>5 CORRENTI DI CORTOCIRCUITO</b>	<b>25</b>
5.1 CORRENTE DI CORTOCIRCUITO MASSIMA	27
5.2 CORRENTE DI CORTOCIRCUITO MINIMA	27
5.3 CALCOLO PRATICO DELLA CORRENTE DI CORTOCIRCUITO A FONDO LINEA	28
<b>6 MESSA A TERRA</b>	<b>30</b>
<b>7 COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI</b>	<b>33</b>
<b>8 IMPIANTO DI TERRA CON INTERRUTTORE DIFFERENZIALE</b>	<b>34</b>
<b>9 DIMENSIONAMENTO DELLE CONDUTTURE</b>	<b>36</b>

<b>9.1</b>	<b>DIMENSIONAMENTO DEL CAVO</b>	<b>36</b>
<b>9.2</b>	<b>DEFINIZIONE DELLA TENSIONE NOMINALE DEL CAVO</b>	<b>36</b>
<b>9.3</b>	<b>PORTATA DEL CAVO</b>	<b>37</b>
<b>9.4</b>	<b>L'ENERGIA SPECIFICA DEI CAVI</b>	<b>42</b>
<b>9.5</b>	<b>CADUTA DI TENSIONE</b>	<b>50</b>
<b>10</b>	<b>ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA</b>	<b>60</b>
<b>11</b>	<b>COORDINAMENTO TRA CONDUTTORI E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE</b>	<b>61</b>
<b>11.1 -</b>	<b>PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI</b>	<b>61</b>
<b>11.2</b>	<b>PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI</b>	<b>77</b>
<b>12</b>	<b>PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI DI ORIGINE ATMOSFERICA</b>	<b>79</b>
<b>12.1 -</b>	<b>CALCOLO DELLA PROTEZIONE</b>	<b>80</b>
<b>13</b>	<b>TABELLA RIASSUNTIVA DEI VALORI DI DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO</b>	<b>118</b>

## PREMESSA

- Visto il **D.M. 37 del 22 gennaio 2008** “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”;
- Visto il **D.M. 19 maggio 2010** “Modifica degli allegati al decreto 22 gennaio 2008, n. 37, concernente il regolamento in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”;
- Vista la **legge 5 marzo 1990, n° 46** “norme per la sicurezza degli impianti” esclusivamente per gli artt. 8-14-16;
- visto il **D.P.R. 6 dicembre 1991, n° 447** “regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n° 46, in materia di sicurezza degli impianti”;
- visto il **D.P.R. 27 aprile 1955, n° 547** “norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro”;
- visto il **D.P.R. 7 gennaio 1956, n° 164** “norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro nelle costruzioni”;
- vista la **legge 1 marzo 1968, n° 186** “disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici”;
- vista la **legge 18 ottobre 1977, n° 791** “attuazione della direttiva del consiglio della comunità europea (73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione”;
- vista la **legge 7 dicembre 1984, n° 818** “nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi, modifica degli articoli 2 e 3 della legge 4 marzo 1982, n° 66, e norme integrative dell’ordinamento del corpo nazionale dei vigili del fuoco”;
- visto il **D.M. 8 marzo 1985** “direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n° 818”;
- visto il **DPR 1 agosto 2011 n° 151** “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell’articolo 49, comma 4-quater, del decreto legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122”;
- visto il **DECRETO 26 agosto 1992** “norme di prevenzione incendi per l’edilizia scolastica”;
- visto il **D.I. 15 ottobre 1993 n° 519**, “regolamento recante autorizzazione all’Istituto Superiore Prevenzione e Sicurezza del Lavoro ad esercitare attività omologative di primo o nuovo impianto per la messa a terra e la protezione dalle scariche atmosferiche”;
- visti il **D.P.R. 27 aprile 1978 n° 384** e **D.M. 14 giugno 1989 n° 236**, in materia di eliminazione delle barriere architettoniche;
- visto il **D.M. 10 marzo 1998** "Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro.";
- visto il **D.L. 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”;
- **Legge Regionale Lombardia n. 17 del 27 marzo 2000** “Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso illuminazione esterna e di lotta all’inquinamento luminoso”.

- **Legge Regionale 12/04**
- **Legge Regionale 21 dicembre 2004 n° 38** “Modifiche ed integrazioni alla Legge Regionale 27 marzo 2000, n. 17 (Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso illuminazione esterna e di lotta all’inquinamento luminoso) ed ulteriori disposizioni”.
- visto il **D.M. 8 marzo 1985** “direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n° 818”.

si è provveduto alla stesura del progetto dell’impianto elettrico per lavori di manutenzione straordinaria della sede della Guardia di Finanza, per adeguamento alla normativa vigente, sita in via Goffredo Mameli, 34 a Seregno (MB).

La potenza elettrica di dimensionamento dell’impianto è di 27,5 kW trifase da contatore situato in apposito vano sul lato strada di via Luini.

A valle del contatore sarà installato (in sostituzione di quello attuale) il quadro generale al contatore (QG) del tipo da parete, in resina (classe di isolamento II), dimensioni 600x600mm, grado di protezione IP55, con installato al suo interno:

1. N. 1 interruttore magnetotermico differenziale da 80 A, caratteristica “C”, quadripolare, potere di interruzione 16 kA, corrente nominale di intervento differenziale da 1 A selettivo di tipo “A”, abbinato ad una bobina a lancio di corrente protetta da fusibili (GENERALE QUADRO);

L’alimentazione del Quadro Principale (QP), situato nel locale adibito a corpo di guardia, è stata derivata direttamente dalla protezione situata nel quadro generale al contatore, con un cavo del tipo FG16R16 da  $(4(1 \times 25)) \text{ mm}^2$ , per una lunghezza di 30m installato in tubo interrato.

L’alimentazione del Quadro CDZ, situato sul retro del quadro QG, è stata derivata direttamente dalla protezione situata nel quadro generale al contatore, con un cavo del tipo FFS17 da  $16 \text{ mm}^2$ , per una lunghezza di 2m installato in tubo corrugato in aria.

L’impianto elettrico all’interno dei locali è stato sviluppato parzialmente sotto traccia utilizzando i tubi corrugati esistenti (per le dorsali principali) e parzialmente a vista con canali ad uso cornice/battiscopa da 120x25mm, grado di protezione IP40, (per quanto riguarda la distribuzione all’interno degli uffici) a partire dai quadri di zona.

#### Dati generali:

1. Tensione nominale = 400V;
2. Potere di interruzione = 10kA;
3. Potenza massima disponibile = 27,5 kW;
4. Tipo di posa = tubi corrugati flessibili con posa sotto traccia e canali ad uso cornice/battiscopa fissata a parete di dimensioni (120x25) mm;
5. Tipo di cavi = unipolari con guaina del tipo FS17 con sezione adeguata alla protezione, multipolari flessibili del tipo FG16OR16 con sezione adeguata alla
6. Carpenteria quadri in PVC con grado di protezione IP43;

7. **Interruttori magnetotermici e differenziali delle migliori marche;**
8. **Apparecchi di illuminazione d'emergenza 24Eeq autonomia 1 ora.**

**L'attività svolta all'interno dei locali non rientra tra quelle classificate nel DPR 1 agosto 2011, n. 151; per cui i locali NON risultano essere soggetti a controllo prevenzione incendi dei Vigili del Fuoco.**

Si riporta di seguito il progetto esecutivo comprendente gli elaborati descrittivi e grafici atti a definire le caratteristiche dell'impianto in ogni suo aspetto, nonché le principali caratteristiche dei componenti scelti.

In particolare esso comprende: una relazione descrittiva, gli schemi elettrici, i calcoli di dimensionamento ed i disegni illustranti le caratteristiche dell'impianto.

La relazione tecnica, contiene le seguenti informazioni:

- descrizione sommaria dell'impianto al fine della sua identificazione;
- dati di progetto;
- classificazione degli ambienti in relazione alle sollecitazioni dovute alle condizioni ambientali, alle attività svolte e ad eventuali particolarità;
- dati del sistema di distribuzione e di utilizzazione dell'energia elettrica (tensione, frequenza, fasi, stato del neutro, tipo di alimentazione, cadute di tensioni ammissibili e correnti di guasto nei diversi punti dell'impianto);
- descrizione dei carichi elettrici;
- norme tecniche di riferimento per gli impianti e i componenti;
- eventuali vincoli da rispettare, compresi quelli derivanti dal coordinamento con le altre discipline coinvolte, dalle necessità di prevenzione incendi e dalla compatibilità con gli impianti esistenti nel caso di trasformazione o ampliamento;
- caratteristiche generali dell'impianto elettrico, quali le condizioni di sicurezza, la disponibilità del servizio, la flessibilità, la manutenibilità.
- descrizione delle misure di protezione contro i contatti indiretti, quali: interruzione equivalente, separazione elettrica, bassissima tensione di sicurezza ecc.

Per l'interruzione automatica dell'alimentazione, la relazione contiene l'indicazione delle modalità di esecuzione del collegamento a terra del sistema, le caratteristiche del conduttore di protezione, le modalità di messa a terra delle masse, la descrizione dell'impianto di terra con riferimento all'eventuale uso dei ferri del calcestruzzo e delle strutture metalliche, quali elementi del dispersore, conduttori di terra, conduttori equipotenziali principali.

Eventuali calcoli dimensionali riferiti alle condizioni più sfavorevoli.

Descrizione significativa delle altre eventuali misure di protezione adottate.

- descrizione delle misure di protezione contro i contatti diretti, quali l'uso di involucri o barriere (IP...), di ostacoli o di distanziamenti, di interruttori differenziali, quale protezione addizionale;
- scelta della tipologia degli impianti e dei componenti elettrici principali in relazione ai parametri elettrici (es. tensioni, correnti), alle condizioni ambientali e di utilizzazione;
- criteri di dimensionamento e scelta dei componenti elettrici;

- descrizione delle modalità operative degli impianti (automazione, supervisione, controllo, distacco carichi, rialimentazione, comandi di emergenza ecc.);
- definizione del grado di dettaglio e dei tipi di elaborati di progetto.

## **1 QUALITÀ DEI COMPONENTI ELETTRICI DA UTILIZZARE**

I componenti dell'impianto devono essere preferibilmente muniti di marchio IMQ o di altro marchio di conformità alle norme di uno dei Paesi della Comunità Europea.

In assenza di marchio o di attestato/relazione di conformità rilasciati da un organismo autorizzato ai sensi dell'articolo 7 della legge 791/77, i componenti devono essere dichiarati conformi alle rispettive norme del costruttore.

È allo scopo sufficiente che la conformità alla relativa norma sia dichiarata in catalogo, o preferibilmente dalla marcatura CE apposta dal costruttore sul componente.

La marcatura CE relativa ai componenti in bassa tensione, sarà obbligatoria a partire dal 1° gennaio 1997.

La marcatura CE non va confusa con il marchio IMQ o con altri marchi di qualità stranieri.

Infatti l'organismo che concede il marchio di qualità (IMQ) certifica che il prodotto è conforme, come prototipo e come produzione, alla relativa norma di prodotto; fornisce quindi una garanzia sufficiente sulla sicurezza dei prodotti.

La marcatura CE, apposta direttamente dal costruttore, attesta che quell'apparecchio è conforme alle prescrizioni di una o più direttive CEE che riguardano quel prodotto.

In genere le direttive impongono il rispetto dei principi di sicurezza, denominati requisiti essenziali; se il prodotto è conforme alle norme tecniche armonizzate, le direttive assumono che i requisiti essenziali di sicurezza siano soddisfatti.

Per apporre il simbolo CE il costruttore deve seguire una procedura stabilita dalla Direttiva stessa.

In sostanza, la marcatura CE è un passaporto necessario per assicurare la libera circolazione dei prodotti nella Comunità Europea, ma non fornisce una effettiva garanzia sulla sicurezza dei prodotti.

Per molti componenti elettrici per uso industriale le rispettive norme di prodotto non prevedono la possibilità di attestare la conformità alla norma con il marchio IMQ.

Per alcuni componenti elettrici la norma di prodotto prevede di attestare la conformità alla norma stessa con il contrassegno CEI, la concessione del quale è subordinata ad una

regolamentazione; in altri casi la norma non prevede nulla e quindi è necessaria ed indispensabile la dichiarazione di conformità del costruttore.

In particolare le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti devono rispondere alle norme di legge ed ai regolamenti vigenti alla data del contratto ed in particolare devono essere conformi:

- alle prescrizioni dei VV.FF. e delle autorità locali;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'ENEL o dell'azienda distributrice dell'energia elettrica, per quanto di loro competenza nei punti di consegna;
- alle prescrizioni e indicazioni della SIP;
- alle prescrizioni del capitolato del ministero LL.PP.;
- alle seguenti norme:

- CEI 0-2 - Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- CEI 3-14 - Segni grafici per schemi. Elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi ed altri segni di uso generale;
- CEI 3-15 - Segni grafici per schemi. Conduttori e dispositivi di connessione;
- CEI 3-19 - Segni grafici per schemi. Apparecchiature e dispositivi di comando e protezione;
- CEI 3-20 - Segni grafici per schemi. Strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione;
- CEI 3-23 - Segni grafici per schemi. Schemi e piani d'installazione architettonici e topografici;
- CEI 7-6 - Norme per il controllo della zincatura a caldo per immersione su elementi di materiale ferroso destinati a linee ed impianti elettrici;
- CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasporto, distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- CEI EN 61439-1 - (CEI 17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1<sup>a</sup>: regole generali;
- CEI EN 61439-2 - (CEI 17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 2<sup>a</sup>: Quadri di potenza;
- CEI 20-13 - (CEI 20-13;V1) Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 kV a 30 kV;
- CEI- UNEL 35322 - Cavi per comando e segnalamento isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina di PVC di qualità R16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U<sub>o</sub>/U<sub>0,6/1kV</sub> - Classe di reazione al fuoco: Cca-s3, d1, a3;
- CEI- UNEL 35328 - Cavi per comando e segnalamento in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) Cavi

- CEI- UNEL 35016- multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale  $U_0/U$  0,6/1kV - Classe di reazione al fuoco: Cca-s1b, d1, a1;
- CEI 20-38 - Cavi senza alogeni isolati in gomma, non propaganti l'incendio, per tensioni nominali  $U_0/U$  non superiori a 0,6/1 kV;
- CEI EN 60896-11 - Batterie di accumulatori stazionari al piombo. Parte 11: Batterie del tipo aperto. Prescrizioni generali e metodi di prova.
- CEI 23-50 - Spine e prese per usi domestici e similari. Parte 1: Prescrizioni generali
- CEI EN 63024 - Prescrizioni per dispositivi di richiusura automatica (ARD) per interruttori automatici e interruttori differenziali con o senza sganciatori di sovracorrente (RCBO e RCCB) per installazioni domestiche e similari.
- CEI EN 60898 - Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI-UNEL 37118 - Tubi protettivi rigidi ed accessori di materiale termoplastico. Tubi di polivinilcloruro serie pesante.
- CEI EN 60445 - Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione. Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori.
- CEI EN 60669-1 - Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare. Parte 1: prescrizioni generali;
- CEI EN 60309-1 - Spine e prese per uso industriale. Parte 1: prescrizioni generali;
- CEI EN 61009-1 - Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari. Parte 1: prescrizioni generali;
- CEI EN 60998-1 - Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari: Parte 1: prescrizioni generali;
- CEI EN 61995-1 - Dispositivi per la connessione di apparecchi d'illuminazione per usi domestici e similari. Parte 1: prescrizioni generali;
- CEI EN 60598-1 - (/EC) Apparecchi di illuminazione. Parte 1: prescrizioni generali e prove;
- CEI EN 62722-2-1 - Prestazioni degli apparecchi di illuminazione. Parte 2-1: prescrizioni particolari per apparecchi di illuminazione LED;
- CEI EN 62031 - Moduli LED per illuminazione generale – Specifiche di sicurezza;
- CEI EN 60598 - (Parte 2-22/EC) Apparecchi di illuminazione. Prescrizioni particolari – Apparecchi di emergenza;
- CEI EN 50172 - Sistemi di illuminazione di emergenza;
- CEI 31-35 - Guida all'applicazione della norma CEI EN 60079-10. Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi;
- CEI EN 60079-10 - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi;
- CEI EN 60079-14 - Atmosfere esplosive. Parte 14: progettazione, scelta e installazione degli impianti elettrici;

- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;
- CEI 64-12 - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- CEI 64-14 - Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori;
- CEI 64-50 - Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione delle infrastrutture per gli impianti di comunicazioni e impianti elettronici negli edifici - Criteri generali;
- CEI 64-51 - Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Criteri particolari per centri commerciali;
- CEI 64-57 - Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Impianti di piccola produzione distribuita;
- CEI EN 62305-1 - Protezione contro i fulmini - Parte 1: Principi generali;
- CEI EN 62305-2 - Protezione contro i fulmini - Parte 2: Valutazione del rischio;
- CEI EN 62305-3 - Protezione contro i fulmini - Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone;
- CEI EN 62305-4 - Protezione contro i fulmini - Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture;
- CEI 81-2 - Guida per la verifica delle misure di protezione contro i fulmini;
- CEI 81-29 - Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305;
- CEI 81-30 - Protezione contro i fulmini – Reti di localizzazione fulmini (LLS) – Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di  $N_g$  (norma CEI EN 62305-2);
- CEI 103-6 - Protezione delle linee di telecomunicazione dagli effetti dell'induzione elettromagnetica provocata dalle linee elettriche vicine in caso di guasto;
- CEI UNEL 35024/1- (EC) Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- UNI EN 1838 - Illuminazione d'emergenza;
- UNI EN 12464-1 - Illuminazione dei posti di lavoro-Parte 1: posti di lavoro in interni;
- UNI 10819 - Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

## 2 FORNITURA ENERGIA ELETTRICA

Gli uffici ed i locali destinati a terzi sono generalmente alimentati dalla rete in bassa tensione del Distributore di energia elettrica; qualora lo stesso Distributore decida di alimentare alcuni uffici di rilevante potenza impegnata dalla rete di media tensione, le relative singole cabine di trasformazione vanno allestite a cura del costruttore delle stesse.

Si raccomanda che i contatori siano centralizzati in appositi locali allestiti a cura del costruttore unitamente all'eventuale cabina media tensione/bassa tensione del Distributore: le posizioni di detti vani vanno concordate con il committente.

L'ubicazione del gruppo di misura va comunque concordata con il distributore.

Al fine del dimensionamento delle linee montanti si considera una potenza non inferiore a 15 kW per ciascun ufficio, ad eccezione degli uffici od utenze a destinazione specificata.

Nelle forniture di energia elettrica, il Distributore in genere controlla la potenza prelevata, in modo che non superi quella stabilita dal contratto (potenza contrattuale o impegnata).

Tale controllo viene effettuato in modi diversi secondo che la potenza contrattuale sia minore o maggiore di 30 kW (l'orientamento è di portare questo limite a 20 kW).

**La potenza contrattuale al contatore di energia elettrica per i locali in esame è di 27,5 kW trifase (400 V).**

### **3 DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI**

#### **3.1 - POTENZA INSTALLATA**

L'impianto deve essere, ovviamente, adeguato alla potenza elettrica necessaria alle esigenze dell'edificio.

La conoscenza delle caratteristiche dei carichi elettrici di un'utenza, in termini quantitativi, qualitativi ed in rapporto al tempo di funzionamento ed all'area di distribuzione, è uno strumento fondamentale di valutazione, sia nella fase di progetto degli impianti che in quella di conduzione e di eventuale ristrutturazione del sistema nel suo complesso.

L'analisi dei carichi può essere teorica (e finanche ipotetica, nel momento in cui non fossero note tutte le caratteristiche funzionali delle utenze o di una parte di esse) oppure empirica, quando indirizzata su impianti esistenti e funzionanti.

Le diverse strategie d'intervento consentono di mirare ad un utilizzo razionale degli impianti; il che significa ottimizzarne il funzionamento, con notevoli benefici di ordine economico, legati alla riduzione delle perdite, ad un elevato sfruttamento delle più idonee forme tariffarie di contratto e ad un'aumentata trasparenza di gestione, ottenuta sull'intero mosaico dei settori e dei singoli carichi che compongono l'utenza.

In una primissima fase valutativa di larga massima il carico di un impianto utilizzatore può essere stimato, in base alla tipologia della vendita, secondo una densità di utenza, legata all'estensione delle aree produttive.

Secondo uno stesso metro, anche l'entità dei consumi energetici può essere stimata, sempre di larga massima, in base al tipo di prodotto.

Certo è che, per un corretto proseguimento del progetto, riferito a stime affidabili, è necessario poter disporre dei dati relativi almeno ai carichi che caratterizzano l'impianto in termini di potenza assorbita e di qualità dell'alimentazione.

L'acquisizione dei dati dovrebbe, ove possibile, derivare da un colloquio diretto fra il progettista degli impianti elettrici ed i responsabili degli altri settori; in particolare di quelli che assumeranno un'importanza peculiare (impianto termici; di produzione dell'aria compressa; di raccolta e interscambio dati; di processo produttivo ecc.).

La logica progettuale deve riunire, in una visione integrata, sia gli aspetti prettamente dimensionali che quelli attinenti l'affidabilità degli impianti.

I fattori che concorrono a determinare la potenza di alimentazione complessiva di un impianto sono in pratica gli stessi che definiscono le caratteristiche di una sua

parte, sia essa porzione di una estesa rete di distribuzione in bassa tensione, oppure reparto o fabbricato facente capo ad una cabina di media tensione, che a sua volta fa parte di un sistema composto da più cabine, derivate ad esempio da una sottostazione in cui s'attesa la fornitura di energia in alta tensione.

Ogni singola utenza è caratterizzata da un valore di potenza nominale assorbita ( $P_n$ ), espresso in kW.

Spesso perciò l'assorbimento effettivo è inferiore a quello nominale, secondo un fattore di utilizzazione ( $F_u$ ) che è dato dal rapporto fra la potenza che si prevede debba essere assorbita dall'utilizzatore nell'esercizio ordinario ( $P_a$ ) e quella nominale ( $P_n$ ) che lo stesso utilizzatore potrebbe assorbire come dato di targa.

Risulta cioè:

$$F_u = P_a/P_n$$

Il fattore di utilizzazione varia di molto in base al tipo di carico e presenta una marcata instabilità sulle macchine e sugli impianti equipaggiati con più motori o più resistenze, ad avviamento o inserzione sfalsata.

In un determinato arco di tempo l'assorbimento reale di questi utilizzatori è soggetto a variare entro una gamma di valori compresi fra una potenza massima ed una minima.

Più questo divario è elevato, più diviene utile disporre, per i grossi carichi, di un vero e proprio grafico degli assorbimenti.

Sempre per ciò che attiene i carichi di una certa potenza, è altresì un dato progettualmente importante il valore della potenza di spunto; vale a dire della corrente di avviamento che, nel caso di partenza in corto circuito, arriva a 6 volte la corrente nominale ed è più elevata nei motori a 6 o 8 poli.

Con avviamento stella - triangolo la corrente di spunto non supera 3 volte la nominale, così come nell'avviamento a resistenze rotoriche; ma il tempo entro cui permane il sovraccarico si aggira sulla decina di secondi.

### 3.2 - DIMENSIONAMENTO DEI MONTANTI

Nota la potenza installata, il calcolo della sezione dei montanti andrebbe effettuato con i metodi usuali che mettono in conto, da un lato, la necessità di non superare determinati valori per la caduta di tensione, e d'altro canto la portata massima consentita per i cavi.

Tuttavia, dato lo spettro molto ristretto di potenze in gioco e tenuto conto che la lunghezza dei montanti di solito non supera determinati valori, è possibile impiegare per le sezioni dei valori prestabiliti.

Ad esempio nel caso di corrente trifase e di cavi posati singolarmente si può impiegare la seguente tabella:

**Tabella 5**

<b>POTENZA IMPEGNATA (kW)</b>	<b>SEZIONE MONTANTE (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>LUNGHEZZA MASSIMA (m)</b>
6	6	53
10	10	57
15	16	60

Le lunghezze massime ammissibili si riferiscono ad una caduta di tensione dell'ordine del 2% e, nel caso di lunghezze superiori, occorre ricorrere ai procedimenti usuali di calcolo accennati.

Per quanto riguarda i montanti, la norma CEI 64-8 recita:

- *i singoli montanti sono considerati come parte del rispettivo impianto utilizzatore. Il conduttore di neutro non può essere utilizzato in comune tra diversi montanti;*
- *ogni montante può essere costituito da un cavo multipolare con guaina oppure da più cavi unipolari (in questo caso entro un'unica conduttura);*
- *si raccomanda che i cavi, i tubi protettivi, i canali, le cassette terminali e quelle eventuali disposti lungo i montanti siano distinte per ogni montante; peraltro le cassette rompitratta e di ammarro, nelle quali i cavi sono passanti senza morsetti, possono essere comuni a diversi circuiti;*
- *si raccomanda che i singoli montanti siano contrassegnati, per la loro individuazione, almeno in corrispondenza delle due estremità;*
- *il tratto di conduttore di protezione al quale vanno collegati i conduttori di protezione delle singole unità immobiliari, o parti di impianto utilizzatore, può essere unico per un gruppo di montanti: in questo caso si raccomanda che esso abbia un proprio tubo di protezione, cassette di derivazione (ed eventualmente di*

*ammarro) esclusive ed individuabili, e che per tale conduttore la connessione alle singole derivazioni sia possibile senza interruzione della sua continuità elettrica.*

**Per l'impianto in esame è stato utilizzato come montante, a partire dal Quadro Generale al Contatore QG fino al Quadro Principale QP, dei cavi unipolari flessibili del tipo FG16R16 avente sezione da 4(1x25) mm<sup>2</sup> posato in cavidotto interrato.**

**In base ai dati in nostro possesso, si può ipotizzare una lunghezza massima del cavo di 30 metri.**

**Per l'impianto in esame è stato utilizzato come montante, a partire dal Quadro Generale al Contatore QG fino al Quadro CDZ, dei cavi multipolari flessibili del tipo FS17 avente sezione da 16 mm<sup>2</sup> posato in tubo a vista.**

**In base ai dati in nostro possesso, si può ipotizzare una lunghezza massima del cavo di 2 metri.**

### **3.3 - QUADRI DI DISTRIBUZIONE**

I centralini e i quadri di distribuzione saranno del tipo protetti con grado di protezione IP44, classe di isolamento I con collegamento a terra o in classe di isolamento II senza collegamento a terra, completo di sportelli di protezione.

I quadri e i centralini saranno completi di:

- morsettiere ad elementi componibili;
- collegamenti interni con conduttori N07V-K (impianti preesistenti al 2017) o FS17 (impianti successivi al 2017) di appropriata sezione muniti di capicorda a compressione in rame stagnato pre-isolati e contrassegnati ad entrambe le estremità con cartellini protettiva tubetti di plastica trasparente;
- sbarra di terra in rame con relativi collegamenti;
- canalette in PVC autoestinguente per cablaggi;
- accessori di montaggio;
- la funzione di ogni singolo apparecchio sarà indicata da apposita targhetta.

**Per l'impianto in esame sono stati utilizzati quadri in poliestere stratificato rinforzato con fibre di vetro, totalmente autoestinguenti, non propaganti la fiamma, in doppio isolamento, con grado di protezione almeno IP43 ed armadi da pavimento metallici, con grado di protezione almeno IP43.**

### 3.4 - CASSETTE DI DERIVAZIONE

Il grado di protezione minimo delle cassette di derivazione sarà adeguato all'ambiente in cui saranno installate.

Le cassette di derivazione esterne saranno in PVC, quelle incassate in muratura saranno in plastica con coperchio in policarbonato; quelle incassate in materiale combustibile saranno in PVC autoestinguento.

Le cassette di derivazione saranno installate in posizione accessibile con mezzi comuni.

**Per l'impianto in esame sono state utilizzate cassette di derivazione con passacavi e coperchio basso a vite aventi grado di protezione IP55, doppio isolamento.**

### 3.5 - COLLEGAMENTI

Per quanto riguarda i collegamenti, la norma CEI 64-8 "impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua" recita testualmente:

*Le connessioni realizzate all'interno di apparecchiature, per esempio quadri, devono venire realizzati in accordo con la norma CEI 17-13/1 "apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - parte I: prescrizione per apparecchiature di serie (AS) e non di serie (ANS)" nella quale si dice fra l'altro:*

*le connessioni tra parti percorse da corrente devono essere realizzate con mezzi che assicurino una pressione di contatto sufficiente e permanente.*

*La scelta delle sezioni dei conduttori all'interno dell'apparecchiatura è lasciata alla responsabilità del costruttore.*

*Oltre che all'entità della corrente, la scelta della sezione è condizionata dalle sollecitazioni meccaniche cui l'apparecchiatura è sottoposta, dalla sistemazione dei conduttori, dal tipo di isolamento e, se del caso, dal tipo di componenti collegati.*

*I conduttori isolati devono essere adeguati alla tensione di isolamento del circuito considerato.*

*I conduttori isolati compresi fra due dispositivi di connessione non devono avere giunzioni intermedie intrecciate o saldate.*

*Le connessioni devono essere effettuate, in tutti i casi possibili, su terminali di connessioni fissi.*

*I conduttori isolati non devono poggiare né su parti nude in tensione aventi potenziale diverso, né su spigoli vivi e devono essere adeguatamente sostenuti.*

*Le connessioni saldate agli apparecchi sono ammesse nell'apparecchiatura solo nel caso in cui gli apparecchi siano previsti per questo tipo di connessioni. In generale ad ogni terminale di connessione deve essere connesso un solo conduttore; sono ammesse le connessioni di due o più conduttori a un terminale di connessione solo quando tale terminale è previsto per questo scopo.*

Per quanto riguarda la colorazione delle guaine dei conduttori, la norma CEI 64-8, recita testualmente:

*le condutture elettriche devono essere disposte o contrassegnate in modo tale da poter essere identificate per le ispezioni, le prove, le riparazioni o le modifiche dell'impianto.*

*Quando si faccia uso dei colori per distinguere i cavi unipolari o le anime dei cavi multipolari, per l'individuazione dei colori distintivi dei cavi ci si deve attenere alle seguenti regole:*

- *la combinazione bicolore giallo-verde deve essere usata per individuare il conduttore di protezione ivi compresi i conduttori di terra ed i conduttori equipotenziali e per nessun altro scopo. Questo è l'unico codice dei colori riconosciuto per l'individuazione del conduttore di protezione;*
- *il colore blu-chiaro è destinato al conduttore neutro o mediano. Il blu-chiaro non deve essere usato per individuare un altro conduttore dove ciò può provocare confusione. In assenza del conduttore neutro o mediano, il conduttore blu-chiaro in un cavo multipolare può anche essere usato per altri scopi, eccetto che come conduttore di protezione;*
- *per i cavi unipolari senza rivestimento protettivo, cioè costituiti soltanto da un conduttore isolato, sono ammessi i seguenti 10 monocolori: nero, blu-chiaro, marrone, grigio, arancione, rosa, rosso, turchese, violetto e bianco. Non sono ammessi bicolori, ad eccezione della combinazione giallo-verde nella quale i colori giallo e verde devono essere applicati in modo tale che, per ogni 15 mm di lunghezza dell'anima, ciascun colore copra almeno il 30% e non più del 70% della superficie dell'anima stessa e che l'altro colore copra la superficie isolante rimanente. Circa la disposizione dei due colori, non si danno prescrizioni; generalmente si adotta una striscia longitudinale verde su fondo giallo.*

**La presente unificazione dei colori è conforme alle norme**

1	2	3	4
NUMERO DELLE ANIME DEL CAVO		COLORI DISTINTIVI DELLE ANIME	
TOTALE	PROGRESSIVO	CAVI con conduttore di protezione	CAVI senza conduttore di protezione
1	-	giallo/verde	altri colori
2	I	-	blu-chiaro
	II	-	marrone o nero (*)
3	I	giallo/verde	blu-chiaro
	II	marrone o nero (*)	marrone
	III	blu-chiaro	nero
4	I	giallo/verde	blu-chiaro
	II	nero	marrone
	III	blu-chiaro	nero
	IV	marrone	nero
5	I	giallo/verde	blu-chiaro
	II	nero	marrone
	III	blu-chiaro	nero
	IV	marrone	nero
	V	nero	nero
n<5	I	giallo/verde	- blu-chiaro
	II e rimanenti	nero o blu-chiaro con numerazione progressiva nero	- o blu-chiaro con numerazione progressiva nero

(\*) il colore marrone è riservato ai cavi flessibili, il colore nero è riservato ai cavi per posa fissa con conduttori rigidi e flessibili.

La stessa norma prescrive inoltre che per quanto riguarda la sezione dei conduttori devono essere utilizzati dei conduttori aventi sezioni minime a seconda del tipo di installazione che sono:

- $1,5 \text{ mm}^2$  per conduttori in rame utilizzati in circuiti di potenza ad installazione fissa,
- $0,5 \text{ mm}^2$  per conduttori in rame utilizzati in circuiti di comando e di segnalazione ad installazione fissa;
- $0,1 \text{ mm}^2$  per conduttori in rame utilizzati in circuiti di comando e di segnalazione ad installazione fissa destinati ad apparecchiature elettroniche.

#### *Impianti esistenti (prima del 2017)*

Se installati in canali o tubi in materiale isolante, i cavi dovranno essere isolanti in PVC di qualità R2 tipo N07V-K con condutture flessibile in rame ricotto classe 5; adatti per interni e cablaggi non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi, tensione nominale  $U_0 = 450\text{V}$ , tensione nominale  $U = 750\text{V}$ , temperatura massima di esercizio =  $70^\circ\text{C}$ , temperatura massima di corto circuito =  $+160^\circ\text{C}$ , temperatura minima di esercizio =  $-10^\circ\text{C}$ , temperatura minima di installazione e maneggio =  $+5^\circ\text{C}$ .

#### *Impianti nuovi (dopo il 2017)*

Se installati in canali o tubi in materiale isolante, i cavi dovranno essere isolanti in PVC tipo FS17 (CPR Cca-s3, d1, a3) con condutture flessibile in rame ricotto classe 5; cavi per alimentazione elettrica in costruzioni edili ed altre opere di ingegneria civile, adatti per interni e cablaggi, tensione nominale  $U_0 = 450\text{V}$ , tensione nominale  $U = 750\text{V}$ , temperatura massima di esercizio =  $70^\circ\text{C}$ , temperatura massima di corto circuito =  $+160^\circ\text{C}$ , temperatura minima di esercizio =  $-10^\circ\text{C}$ , temperatura minima di installazione e maneggio =  $+5^\circ\text{C}$ .

#### *Impianti esistenti (prima del 2017)*

Se installati su passerelle o in aria libera, i cavi dovranno essere isolanti in HEPR di qualità G7, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina PVC qualità RZ/ST2, tipo FG7OR con condutture flessibile in rame ricotto classe 5; cavi per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, non propaganti l'incendio a ridotta emissione di gas corrosivi; tensione nominale  $U_0 = 600\text{V}$ , tensione nominale  $U = 1000\text{V}$ , temperatura massima di esercizio =  $90^\circ\text{C}$ , temperatura massima di corto circuito per sezioni fino a  $240 \text{ mm}^2 = +250^\circ\text{C}$ , temperatura minima di esercizio =  $-15^\circ\text{C}$ , temperatura minima di installazione e maneggio =  $0^\circ\text{C}$ .

#### *Impianti esistenti (prima del 2017)*

Per collegamenti ed apparecchiature mobili, in luogo di pubblico spettacolo e di intrattenimento, per interni in ambienti secchi o umidi (AD2), all'esterno solo per uso temporaneo, i cavi dovranno essere isolanti in PVC qualità TI2 sotto guaina di PVC qualità TM2, tipo FROR con condutture flessibile in rame ricotto classe 5;

non propaganti l'incendio a ridotta emissione di gas corrosivi; tensione nominale  $U_0 = 450V$ , tensione nominale  $U = 750V$ , temperatura massima di esercizio =  $70^{\circ}C$ , temperatura massima di corto circuito =  $+250^{\circ}C$ , temperatura minima di esercizio =  $-10^{\circ}C$ , temperatura minima di installazione e maneggio =  $+5^{\circ}C$ .

*Impianti nuovi (dopo il 2017)*

Se installati su passerelle o in aria libera, i cavi dovranno essere isolanti in HEPR di qualità G16, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina termoplastica tipo R16, tipo FG16OR16 (CPR Cca-s3, d1, a3) con condutture flessibile in rame ricotto classe 5; cavi per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, isolati in HEPR di qualità G16, non propaganti l'incendio senza alogeni e a basso emissione di gas corrosivi, in accordo al regolamento europeo (CPR) UE 305/11; tensione nominale  $U_0 = 600V$ , tensione nominale  $U = 1000V$ , temperatura massima di esercizio =  $90^{\circ}C$ , temperatura massima di corto circuito per sezioni fino a  $240 \text{ mm}^2 = +250^{\circ}C$ , temperatura minima di esercizio =  $-15^{\circ}C$ , temperatura minima di installazione e maneggio =  $0^{\circ}C$ .

Le giunzioni dei conduttori saranno effettuate mediante morsetti o morsettiere all'interno di scatole di derivazione.

I cavi appartenenti a sistemi diversi saranno ben distinguibili, non saranno collocati negli stessi tubi, né faranno capo alle stesse scatole di derivazione, se sprovviste di setti divisori.

All'interno delle scatole di derivazione tutti i cavi saranno individuabili mediante indicazioni alfanumeriche corrispondenti a quelli dei morsetti di partenza nel quadro; tutti i cavi in entrata ed in uscita da un quadro passeranno attraverso morsetti fissati su guida DIN.

Le caratteristiche di isolamento delle connessioni saranno almeno pari a quelle dei cavi.

Per le connessioni dei cavi di potenza a bassa tensione saranno impiegati capicorda termorestringenti.

Saranno ridotte al minimo indispensabile le giunzioni dei cavi per evitare pericoli derivanti da scintillamenti delle giunzioni. Per questo motivo tutti gli utilizzatori saranno alimentati tramite cavi che partono dal quadro principale.

### 3.6 - TUBI O CANALINE

Si provvederà alla installazione di tubi di materiale isolante del tipo pesante conformi alla norma CEI 23-14 o, in alternativa, di una canalina conforme alla norma CEI 23-32 di materiale isolante per la protezione meccanica e l'isolamento supplementare dei cavi unipolari.

Il diametro interno dei tubi deve essere almeno uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi.

Nei canali, la sezione occupata dai cavi non deve superare il 50% della sezione del canale stesso.

Nella tabella seguente, vengono riportate le grandezze minime (mm) dei tubi rigidi in PVC, in relazione alla sezione ed al numero dei cavi:

CAVI			SEZIONE [mm <sup>2</sup> ]				
U <sub>0</sub> /U[V]	TIPO	NUM	1,5	2,5	4	6	10
450/750	Cavo unipolare in PVC senza guaina	1	16	16	16	16	16
		2	16	16	16	20	25
		3	16	16	20	25	32
		4	16	20	20	25	32
		5	20	20	20	32	32
		6	20	20	25	32	40
		7	20	20	25	32	40
		8	25	25	32	40	50
		9	25	25	32	40	50

L'installazione in canali comuni di cavi unipolari (senza guaina) dei montanti è tollerabile soltanto all'interno del locale contatori, nel tratto che va dai contatori all'inizio della colonna montante, per una lunghezza fino a 3 m.

Le cassette rompitratta e di ammarro, possono essere comuni a più circuiti, purché i cavi siano passanti senza morsetti.

**Nell'impianto in esame sono stati utilizzati i tubi corrugati incassati (esistenti) per le dorsali principali e dei canali ad uso cornice/battiscopa in PVC per le utenze finali negli uffici.**

### 3.7 - APPARECCHI DI COMANDO PRESE LUCE E FORZA MOTRICE

Gli apparecchi di comando saranno del tipo a frutti modulari componibili, fissati su supporti in resina, in scatole di resina termoplastica autoestingente.

Nelle scatole portafrutto la separazione elettrica dei circuiti appartenenti a sistemi diversi sarà ottenuta mediante diaframmi isolanti amovibili solo a mezzo di attrezzi.

I centri luce saranno comandati:

– da interruttori, unipolari o bipolari, deviatori, invertitori a bilanciare di idonea portata;

oppure:

– da relè da 250 V, con eccitazione a 220 V azionato da pulsanti con le stesse caratteristiche degli altri apparecchi di comando (i relè saranno alloggiati in cassette apposite).

Gli apparecchi di comando saranno installati ad una altezza di 90 cm dal pavimento.

Le prese di corrente saranno bipolari reversibili con contatto di terra, a spinotti tondi, per tensioni nominali di 250 V e correnti nominali di 10-16 A ad alveoli schermati, per impedire il contatto accidentale con parti in tensione durante l'inserzione e la disinserzione della spina.

Le prese dei carichi di potenza superiore od uguale a 1000 W, saranno protette singolarmente contro le sovracorrenti da interruttore magnetotermico.

Le prese saranno installate ad una altezza dal pavimento maggiore di 15 cm.

Le prese da 10 A saranno alimentate da cavi con conduttore di sezione maggiore o uguale a 1,5 mm<sup>2</sup>.

Le prese da 16 A saranno alimentate da cavi con conduttori di sezione maggiore od uguale a 2,5 mm<sup>2</sup>.

I contenitori avranno grado di protezione adeguato all'ambiente in cui saranno installati.

**Nell'impianto in oggetto sono state utilizzate prese Universali da 16 A, prese complementari da 10/16 A, interruttori unipolari, deviatori unipolari e pulsanti unipolari 1P-NO.**

### 3.8 - PRESE INDUSTRIALI

All'interno dell'edificio dovranno essere utilizzate prese del tipo industriale (CEE).

Le prese a spina con corrente nominale superiore a 16 A, devono essere abbinate ad un interruttore, non necessariamente interbloccato con la presa a spina.

L'interblocco tra prese a spina e interruttore evita pericoli per l'operatore che inserisca la spina in presenza di cortocircuito a valle della spina; tale pericolo può essere reale quando la corrente di cortocircuito supera 5-6 kA ed il circuito non è protetto da fusibili o interruttori limitatori di corrente.

L'articolo 311 del DPR n° 547 del 27 aprile 1955 richiede un interruttore a monte della presa a spina per l'alimentazione di macchine e di apparecchi di potenza superiore a 1000 W.

Non è richiesto che l'interruttore sia interbloccato con la presa, né che sia immediatamente a monte della presa stessa, né è infine richiesto un interruttore per ogni presa.

L'interruttore automatico di protezione del circuito installato sul quadro soddisfa pertanto quanto prescritto dall'articolo in questione.

Nel collegare le prese trifasi si deve mantenere costante il senso ciclico delle fasi, ad evitare che un motore di un utilizzatore alimentato da prese diverse possa invertire il senso di marcia.

Non c'è alcun obbligo normativo generalizzato di proteggere il circuito di presa a spina con un interruttore differenziale da 30 mA, anche se tale protezione aumenta la sicurezza.

Tale obbligo sussiste solo in casi particolari a maggior rischio elettrico.

È bene che le prese siano protette da un interruttore automatico o fusibile, di corrente nominale non superiore alla corrente nominale delle prese stesse; la protezione può essere singola o comune a più prese.

**Nell'edificio in oggetto sono state utilizzate nei box, delle prese industriali in conformità alla norma IEC 309, aventi grado di protezione IP 55 e classe di isolamento II della ditta ILME modello 1663IB5 (2P+T-16 A) e 1664IB5 (3P+T-16 A).**

### 3.9 - CONNESSIONI NEI CANALI

È preferibile in genere eseguire le connessioni in apposite cassette esterne ai canali.

Tuttavia la norma CEI 64-8 consente di effettuare dette connessioni all'interno dei canali purché:

- le connessioni siano nel minor numero possibile;
- le connessioni devono avere isolamento elettrico e resistenza meccanica almeno equivalenti a quelli richiesti per i cavi, in relazione alle condizioni di installazione;
- le parti attive non devono essere accessibili al dito di prova (IPXXB) in modo che chi accede al canale non corra il pericolo di folgorazione;
- se il canale o la passerella sono installati in un luogo dove è richiesto un grado di protezione maggiore, ad esempio IP44, tale grado di protezione è richiesto anche per la connessione;
- la connessione può essere una giunzione o una derivazione;
- le giunzioni effettuate all'interno del canale devono unire cavi aventi le medesime caratteristiche (tipo e sezione dei conduttori) e del medesimo colore;
- il riempimento di canali e passerelle non deve superare il 50% dello spazio disponibile, tenuto conto delle connessioni.

**Vista la tipologia di attività sviluppata all'interno dei locali sono state evitate nel limite del possibile le derivazioni; gli utilizzatori sono stati alimentati direttamente dai quadri di zona tramite cavi unipolari o multipolari posizionati in tubi corrugati posati sotto traccia e in canali ad uso cornice/battiscopa in PVC posati a vista.**

#### 4 CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

I contatti con parti in tensione sono convenzionalmente distinti in due tipi: diretti e indiretti.

Si può entrare in contatto con una parte dell'impianto normalmente in tensione, quale un conduttore, un morsetto, l'attacco di una lampada o di un fusibile, divenuti casualmente accessibili; si parla in tal caso di contatto diretto.

Il contatto indiretto è viceversa un contatto che una persona può avere con una massa o con una parte conduttrice connessa con la massa, durante un guasto dell'isolamento.

Il contatto indiretto è più insidioso del contatto diretto perché avviene con parti che normalmente non sono in tensione e che quindi si considerano sicure; la sicurezza dell'operatore risiede in tal caso unicamente nel sistema di protezione.

Il contatto diretto si può evitare tenendo una condotta prudente verso l'impianto elettrico.

La misura di protezione più usuale contro i contatti indiretti è quella di collegare la massa dell'apparecchio a terra, tramite un apposito conduttore, che prende il nome di conduttore di protezione.

I requisiti della protezione dipendono dal tipo di sistema elettrico di alimentazione.

Le cose devono essere predisposte in modo da garantire l'interruzione automatica del circuito in caso di pericolo per le persone.

In altre parole, i dispositivi di interruzione automatica del circuito devono intervenire in un tempo tanto più breve quanto maggiore è la tensione sulle masse, secondo una curva limite tensione-tempo compatibile con la protezione del corpo umano.

Un apparecchio, destinato ad essere protetto mediante interruzione automatica del circuito, è dotato di isolamento principale e la massa è munita di un morsetto dove collegare il conduttore di protezione; esso viene denominato apparecchio di classe I.

Esistono altre misure di protezione contro i contatti indiretti che si possono definire passive perché non prevedono l'interruzione del circuito.

Esse sono di seguito brevemente descritte:

**1 - componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente.** Questa misura è destinata ad impedire il manifestarsi di una tensione pericolosa sulle parti accessibili di componenti elettrici a seguito di un guasto nell'isolamento principale. Questi componenti sono identificati dal segno grafico ;

**2 - luoghi non conduttori.** Questa misura è destinata ad evitare i contatti simultanei con parti che possano trovarsi ad un potenziale diverso a seguito di un guasto dell'isolamento principale di parti attive;

**3 - collegamento equipotenziale locale non connesso a terra.** Il collegamento equipotenziale locale non connesso a terra è destinato ad evitare il manifestarsi di una tensione di contatto pericolosa. I conduttori di collegamento equipotenziale devono interconnettere tutte le masse e tutte le masse estranee simultaneamente accessibili. Il collegamento equipotenziale locale non deve essere connesso a terra, né direttamente, né tramite masse o masse estranee;

**4 - per separazione elettrica.** La separazione elettrica è destinata ad evitare correnti pericolose a seguito di contatti con masse che possono essere messe sotto tensione da un guasto nell'isolamento principale del circuito.

La protezione per separazione elettrica consiste nel separare, con trasformatore di isolamento o con gruppo motore-generatore, il circuito primario dal secondario in modo da impedire la richiusura del circuito di guasto a terra.

In particolare, la norma CEI 64-8 "impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua", per la protezione contro i contatti indiretti recita testualmente:

*" Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra.*

*Il punto neutro o, se questo non esiste, un conduttore di fase, di ogni trasformatore o di ogni generatore, deve essere collegato a terra.*

*Deve essere soddisfatta la seguente condizione:*

$$R_A \cdot I_A \leq 50$$

*dove:*

*R<sub>A</sub> è la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse, in ohm;*

*I<sub>A</sub> è la corrente che provoca il funzionamento automatico del dispositivo di protezione, in ampere.*

*Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, I<sub>A</sub> è la corrente nominale differenziale I<sub>Δn</sub>.*

*Per ragioni di selettività, si possono utilizzare dispositivi di protezione a corrente differenziale del tipo S in serie con dispositivi di protezione a corrente differenziale di tipo generale.*

*Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1s.*

*Quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti, esso deve essere:*

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

*Nei sistemi TT è riconosciuto l'utilizzo dei seguenti dispositivi:*

- *dispositivi di protezione a corrente differenziale;*
- *dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.*

*I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti si utilizzano solo per la protezione contro i contatti indiretti nei sistemi TT dove  $R_A$  ha un valore molto basso."*

La protezione dai contatti indiretti si basa in definitiva, sulla creazione di un circuito elettrico, parallelo ed alternativo al corpo umano, nel quale far defluire le correnti di guasto e di imporre che sulle masse non si raggiungano tensioni pericolose in relazione ai tempi di intervento delle protezioni secondo la curva di sicurezza.

La sicurezza di un impianto è perciò garantita dal coordinamento fra i dispositivi di protezione e l'impianto di terra.

Nell'istante in cui uno dei dispositivi che fanno parte del coordinamento venisse a mancare, cadrebbe tutto il discorso relativo alla protezione contro i contatti indiretti e quindi a scapito della sicurezza.

**Nell'impianto in esame sono stati utilizzati come protezioni contro i contatti indiretti, interruttori differenziali aventi corrente nominale di intervento differenziale di 1 A selettivo di tipo "A", 300 mA selettivi di tipo "A" e di 30 mA istantanei tipo "A".**

## 5 CORRENTI DI CORTOCIRCUITO

Il valore efficace della corrente di cortocircuito  $I_{cc}$  nel punto di guasto può essere calcolato come:

$$I_{cc} = \frac{V_n}{(k \times Z_{cc})}$$

Dove  $Z_{cc}$  è l'impedenza complessiva della rete a monte del punto considerato. Nel caso di un sistema di distribuzione TT, per caratterizzare la rete a monte del punto di consegna si richiedono i valori presunti della corrente di cortocircuito trifase ( $I_{cc,tr}$ ) e della corrente di cortocircuito fase-neutro  $I_{cc,f-n}$  forniti dall'ente erogatore di energia elettrica. Dal valore  $I_{cc,tr}$ , si ricava l'impedenza totale della rete a monte del punto di consegna:

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

dove  $V_n$  è il valore della tensione nominale del sistema [V]. La resistenza e la reattanza si ottengono per mezzo del fattore di potenza in cortocircuito **cosφ<sub>cc</sub>**:

$$R_{of} = Z_{of} \times \cos\varphi_{cc} \quad [\Omega]$$

$$X_{of} = Z_{of} \times \sin\varphi_{cc} = \sqrt{Z_{of}^2 - R_{of}^2} \quad [\Omega]$$

Di seguito è riportata la tabella in cui sono presenti i valori di **cosφ<sub>cc</sub>** in funzione del valore di  $I_{cc}$ :

$I_{cc}$ [kA]	<b>cosφ<sub>cc</sub></b>
$I_{cc} \leq 1,5$	0,95
$1,5 < I_{cc} \leq 3$	0,9
$3 < I_{cc} \leq 4,5$	0,8
$4,5 < I_{cc} \leq 6$	0,7
$6 < I_{cc} \leq 10$	0,5
$10 < I_{cc} \leq 20$	0,3
$20 < I_{cc} \leq 50$	0,25
$I_{cc} > 50$	0,2

Tabella CEI EN 60947-2 Class. 17-5

Dal valore di  $I_{cc,f-n}$  si ricava la somma delle impedenze di fase e di neutro a monte del punto di consegna. Tale valore è necessario per effettuare il calcolo della corrente di cortocircuito in caso di guasto fase-neutro in un punto qualunque del sistema TT:

$$Z_{ofn} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times I_{cc,f-n}} \quad [\Omega]$$

Quindi si ricavano le componenti resistive e reattive:

$$R_{ofn} = Z_{ofn} \times \cos\varphi_{cc} \quad [\Omega]$$

$$X_{ofn} = Z_{ofn} \times \sin\varphi_{cc} = \sqrt{Z_{ofn}^2 - R_{ofn}^2} \quad [\Omega]$$

Le correnti di cortocircuito nel punto del circuito interessato si possono calcolare come segue:

- I<sub>cc</sub> trifase:  $I_{cc,tr} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_{of}+R_1) \times 2 + (X_{of}+X_1) \times 2}} \quad [A]$
- I<sub>cc</sub> fase-fase:  $I_{cc,f-f} = \frac{V_n}{2 \times \sqrt{(R_{of}+R_1) \times 2 + (X_{of}+X_1) \times 2}} \quad [A]$
- I<sub>cc</sub> fase-neutro:  $I_{cc,f-n} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \times \sqrt{(R_{ofn}+R_1+R_n) \times 2 + (X_{ofn}+X_1+X_n) \times 2}} \quad [A]$

Dove:

$R_1$  e  $X_1$  sono la resistenza e la reattanza totale del conduttore di fase fino al punto di guasto  $[\Omega]$

$R_n$  e  $X_n$  sono la resistenza e la reattanza totale del conduttore di neutro fino al punto di guasto  $[\Omega]$

## 5.1 CORRENTE DI CORTOCIRCUITO MASSIMA

La corrente massima si calcola nelle condizioni che originano i valori più elevati:

- all'inizio della linea, quando l'impedenza a monte è minima;
- considerando il guasto di tutti i conduttori quando la linea è costituita da più cavi in parallelo (caso assai meno probabile);

La massima corrente di cortocircuito si ha per *guasto trifase simmetrico*  $I_{cc,tr}$ .

## 5.2 CORRENTE DI CORTOCIRCUITO MINIMA

La corrente minima si calcola nelle condizioni che originano i valori più bassi:

- in fondo alla linea, quando l'impedenza a monte è massima;
- considerando guasti che riguardano un solo conduttore per più cavi in parallelo;

La corrente di cortocircuito minima si ha per *guasto monofase*  $I_{cc,f-n}$  o *bifase*  $I_{cc,f-f}$ .

### 5.3 CALCOLO PRATICO DELLA CORRENTE DI CORTOCIRCUITO A FONDO LINEA

Allontanandosi dal punto di allacciamento la corrente di cortocircuito diminuisce poichè aumenta l'impedenza della linea. Il problema è che, mentre l'impedenza della linea che si installa è nota, l'impedenza a monte non si può conoscere in modo preciso, ma si può solamente ipotizzare dato che dipende dalla linea e dal trasformatore del fornitore di energia.

Esistono perciò delle tabelle contenute nella norma CEI 11-28 (Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione) che, data la lunghezza e la sezione della linea, permettono di trovare in maniera pratica il valore della suddetta corrente.

Di seguito le tabelle fornite dalla norma CEI 11-28:

Sez. (mm <sup>2</sup> )	Lunghezza (m) linea trifase											
	-	-	-	-	-	1	1,5	2,4	3,8	6	9	15
1,5	-	-	-	-	-	1	1,5	2,4	3,8	6	9	15
2,5	-	-	-	-	0,6	2	2,5	4	6,3	10	15	25
4	-	-	-	0,6	1	3	4	6,4	10	18	24	40
6	-	-	0,6	1	1,5	4,5	6	9,6	15	24	36	60
10	-	0,6	1	1,6	2,5	7,5	10	16	25	40	60	100
16	0,6	1	1,6	2,6	4	12	16	26	40	64	96	160
25	1	1,5	2,5	4	6	19	25	40	62,5	100	150	250
35	1,4	2	3,5	5,6	8,7	26	35	56	87,5	140	210	350
50	2	3	5	8	12,5	37,5	50	80	125	200	300	500
70	2,8	4,2	7	11	17,5	52,5	70	112	175	280	420	700
I <sub>cp</sub> (kA)	I <sub>cf</sub> (kA)											
15	14,7	14,6	14,3	13,9	13,2	9,7	8,4	6,2	4,3	2,9	2	1,2
14	13,7	13,6	13,4	13	12,5	9,4	8,1	8	4,3	2,9	2	1,2
13	12,8	12,7	12,5	12,2	11,7	9	7,9	5,9	4,2	2,8	2	1,2
12	11,8	11,7	11,6	11,3	10,9	8,5	7,6	5,8	4,2	2,8	1,9	1,2
11	10,8	10,8	10,6	10,4	10,1	8,1	7,2	5,6	4,1	2,8	1,9	1,2
10	9,8	9,7	9,6	9,3	8,9	7,1	6,4	5	3,8	2,6	1,8	1,2
9	8,8	8,8	8,6	8,4	8,1	6,6	6	4,8	3,6	2,6	1,8	1,2
8	7,9	7,8	7,7	7,6	7,3	6,1	5,6	4,5	3,5	2,5	1,8	1,1
7	6,9	6,9	6,8	6,6	6,5	5,5	5,1	4,2	3,3	2,4	1,8	1,1
6	5,9	5,9	5,8	5,7	5,5	4,7	4,3	3,7	2,9	2,2	1,6	1,1
5	4,9	4,9	4,8	4,8	4,6	4	3,8	3,3	2,7	2,1	1,6	1
4,5	4,4	4,4	4,4	4,3	4,2	3,6	3,4	3	2,5	1,9	1,5	1
3	-	2,9	2,9	2,9	2,8	2,6	2,4	2,2	1,9	1,6	1,2	0,9
2	-	-	-	1,9	1,9	1,8	1,7	1,6	1,4	1,2	1	0,8

Sez. (mm <sup>2</sup> )	Lunghezza (m) linea monofase											
	1,5	-	-	-	-	-	1	1,5	2,4	3,8	6	9
2,5	-	-	-	-	0,5	2	2,5	4	6,3	10	15	25
4	-	-	-	0,6	1	3	4	6,4	10	16	24	40
6	-	-	0,5	1	1,5	4,5	6	9,6	15	24	36	60
10	-	0,6	1	1,6	2,5	7,5	10	16	25	40	60	100
16	0,64	1	1,6	2,6	4	12	16	26	40	54	96	160
25	1	1,5	2,5	4	6	19	25	40	62,5	100	150	250
I <sub>cp</sub> (kA)	I <sub>cf</sub> (kA)											
10	9,6	9,5	9,1	8,7	8	5,2	4,4	3,1	2,2	1,4	1	0,6
9	8,7	8,6	8,3	7,9	7,3	5	4,2	3	2,1	1,4	1	0,6
8	7,8	7,7	7,4	7,1	6,7	4,7	4	3	2,1	1,4	1	0,6
7	6,8	6,7	6,6	6,3	6	4,4	3,8	2,8	2	1,4	1	0,6
6	5,8	5,7	5,6	5,4	5,1	3,8	3,3	2,5	1,9	1,3	0,9	0,6
5	4,9	4,8	4,7	4,5	4,3	3,3	3	2,4	1,8	1,2	0,9	0,6
4,5	4,4	4,3	4,2	4,1	3,9	3	2,7	2,2	1,7	1,2	0,9	0,6
3	2,9	2,9	2,9	2,8	2,7	2,2	2,1	1,7	1,4	1	0,8	0,5
2	-	-	1,9	1,9	1,8	1,6	1,5	1,3	1,1	0,9	0,7	0,5
1	-	-	-	-	-	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4

## 6 MESSA A TERRA

Per quanto riguarda l'impianto di messa a terra, la norma CEI 64-12, recita quanto segue:

*L'impianto di terra è destinato a realizzare la messa a terra di protezione che, coordinata con un adeguato dispositivo di protezione, consente di ottenere un tipo di protezione definito "protezione mediante l'interruzione automatica dell'alimentazione".*

*Questo metodo di protezione è quello più comunemente utilizzato contro i contatti indiretti, contro i contatti cioè di una persona con una massa che sia in tensione per un guasto.*

*Altri metodi di protezione contro i contatti indiretti che possono venire adottati per impianti elettrici, alimentati da sistemi di I categoria sono:*

- *uso dei componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente;*
- *separazione elettrica;*
- *bassissima tensione SELV oppure PELV.*

*I componenti di classe I sono dotati di isolamento principale tra le parti attive e le masse: in caso di cedimento di questo isolamento le masse assumono valori di tensione che potrebbero risultare pericolosi per le persone in contatto con esse.*

*La pericolosità del contatto dipende soprattutto dal valore e dalla durata della corrente che può attraversare il corpo umano.*

*La funzione dell'impianto di terra è quella di convogliare verso terra la corrente di guasto provocando l'intervento del dispositivo di protezione con automatica interruzione della corrente di guasto ed evitando così il permanere di tensioni pericolose sulle masse.*

*L'impianto di terra per essere efficace deve:*

- *essere affidabile e di lunga durata;*
- *avere una resistenza tale da provocare l'intervento del dispositivo di protezione nei tempi molto brevi richiesti.*

*Per la determinazione del valore massimo di resistenza di terra da ottenere, si deve seguire il seguente criterio:*

- *scelta del dispositivo di protezione;*
- *scelta della tensione di contatto presunta che consenta in caso di guasto di non far circolare nel circuito una corrente per una durata sufficiente a causare rischi di effetti fisiologici dannosi in una persona;*
- *determinazione della resistenza di terra massima ammissibile al di sopra della quale si possono avere effetti pericolosi.*

*In definitiva deve essere soddisfatta la seguente condizione:*

$$R_A \cdot I_A \leq 50$$

*Per ottenere un valore di resistenza di terra che soddisfi la relazione indicata sopra si possono utilizzare come dispersori sia degli elementi di fatto che intenzionali.*

*Come elementi di fatto si possono utilizzare le armature dei plinti e delle fondazioni in calcestruzzo.*

*Per realizzare i dispersori intenzionali possono essere utilizzati dei picchetti verticali che possono essere ad unico elemento o ad elementi componibili posizionati in appositi pozzetti ispezionabili, oppure degli elementi orizzontali come per esempio conduttori in corda o tondino o nastro.*

*Il tipo più comunemente utilizzato di dispersore ad elementi orizzontali è quello ad anello.*

*Il collegamento tra i dispersori intenzionali e i dispersori di fatto deve essere realizzato tramite un conduttore isolato di rame cordato di sezione adeguata.*

*Il collettore principale di terra al quale confluiscono, i conduttori di terra, i conduttori di protezione e i conduttori equipotenziali deve essere accessibile per le verifiche ed è di solito costituito da una piastra metallica su cui i conduttori vengono identificati tramite targhette.*

*I collegamenti equipotenziali principali sono destinati ad assicurare l'equipotenzialità di tutte le masse estranee come per esempio le tubazioni metalliche (acqua, gas) o strutture metalliche entranti nell'edificio.*

*I vari componenti del dispersore devono essere, nel limite del possibile, contenuti entro il perimetro della proprietà, sia per mantenere il controllo, sia per non trasferire tensioni pericolose all'esterno.*

*I collegamenti tra il conduttore di terra e di dispersori di fatto e intenzionali devono essere realizzati in modo da evitare al minimo gli effetti della corrosione dovuti a:*

- agenti chimici;
- coppie galvaniche fra metalli diversi;
- le correnti vaganti.

*È certamente importante la conservazione degli elementi interrati, ma è altresì importante che questi non siano causa di corrosione per altre strutture interrate.*

*Al fine di rendere minimi questi pericoli, occorre utilizzare nella scelta dei dispersori, materiali omogenei tali da indurre elevati valori di potenziale elettrochimico.*

*La documentazione da esibire per l'esecuzione e la denuncia dell'impianto di terra consiste di:*

- planimetria in scala opportuna che deve evidenziare l'impianto di terra ed indicare con opportuni riferimenti grafici, differenziati tra loro:
  - il posizionamento dei dispersori di fatto e intenzionali, con l'indicazione delle loro caratteristiche;

- *il posizionamento del collettore principale;*
- *il percorso dei conduttori di terra e dei conduttori equipotenziali principali con l'indicazione delle loro caratteristiche;*
- *specifiche dei dispersori di fatto;*
- *calcoli o dati di progetto dell'impianto di terra.*

**L'impianto di messa a terra è costituito da n° 5 picchetti verticali, in profilato di acciaio zincato a caldo (CEI 7-6), sezione a croce (50x50x5) mm e di lunghezza pari a 1,5 m, interrati in appositi pozzetti ispezionabili lungo il cortile interno.**

**Detti picchetti sono stati collegati tra di loro e al collettore principale di terra con un cavo del tipo FS17 di colore giallo/verde e sezione da 35 mm<sup>2</sup> posta cavidotti interrati.**

**I conduttori di protezione saranno costituiti da cavi unipolari del tipo FS17 aventi sezione pari ai conduttori di fase.**

**Il collettore principale di terra, al quale sono state collegate tutte le masse e le masse estranee è installato in corrispondenza del Quadro Principale (QP).**

**Il valore della resistenza di terra, misurata con il metodo del loop di corrente e con l'impianto nelle normali condizioni d'uso, è risultata di 19,7 Ω. La misura è stata effettuata con uno strumento della ditta HT Italia modello GSC 60 avente S/N A17071739.**

**Detto valore risulta coordinato con il valore della corrente differenziale di intervento degli interruttori differenziali per la protezione contro i contatti indiretti.**

## 7 COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

Il termine equipotenziale è sinonimo di sicuro. Se infatti tutte le parti conduttrici simultaneamente accessibili, compreso il terreno, fossero allo stesso potenziale non vi sarebbe pericolo alcuno per le persone.

Si tende a questa situazione ideale collegando all'impianto di terra non solo le masse ma anche le masse estranee (parte conduttrice non facente parte dell'impianto elettrico in grado di introdurre un potenziale, generalmente il potenziale di terra).

Il conduttore che esegue fisicamente questo collegamento viene definito conduttore equipotenziale.

È buona regola per i sistemi di distribuzione TT (sistemi normalmente distribuiti dall'Ente di distribuzione) collegare tutte le masse estranee all'impianto di terra: tubazioni dell'acqua, del gas e del riscaldamento, binari, strutture in ferro delle fondazioni in cemento armato, serbatoi interrati, camicie metalliche dei pozzi, etc.

Si ottengono così i seguenti vantaggi per la sicurezza:

- diminuisce la resistenza di terra del complesso, perché la massa estranea funge da dispersore;
- si attenuano le tensioni di contatto;
- si riduce il rischio delle persone qualora non fosse, occasionalmente, soddisfatta la

$$\text{condizione } R_T \leq \frac{U_L}{I_{dn}}; R_T \leq \frac{U_L}{I_{5s}}.$$

Può esserci un mancato coordinamento tra resistenza di terra e dispositivi di protezione qualora vi siano variazioni di resistenza di terra, ad esempio stagionali, oppure a causa del non corretto funzionamento dei dispositivi di protezione.

**Nell'impianto in esame, sono stati effettuati i collegamenti equipotenziali principali e secondari con conduttori unipolari aventi sezioni e colori delle guaine secondo le prescrizioni della norma CEI 64-12.**

## 8 IMPIANTO DI TERRA CON INTERRUTTORE DIFFERENZIALE

Con il termine corrente differenziale  $I_{\Delta}$  si definisce la somma vettoriale delle correnti che fluiscono attraverso i conduttori attivi del circuito, compreso il conduttore di neutro.

In condizioni normali la corrente differenziale è uguale a zero; solo se nel circuito si manifesta un guasto verso terra essa differisce da zero.

L'interruttore differenziale è un dispositivo destinato ad aprire automaticamente il circuito quando la corrente differenziale supera un valore prestabilito.

Un interruttore differenziale è specificato dalla corrente nominale  $I_N$  e dalla corrente differenziale nominale d'intervento  $I_{\Delta n}$ .

È a quest'ultima che occorre ovviamente riferirsi per il dimensionamento dell'impianto di terra.

Per la protezione a massima corrente e senza interruttore differenziale, deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_T \leq \frac{U_L}{I_{\Delta n}}$$

I valori nominali di  $I_{\Delta n}$  per interruttori differenziali ad uso domestico e similare sono: 0,005A; 0,01A; 0,03A; 0,1A; 0,3A; 0,5A; 1A.

Mentre le correnti  $I_{5s}$  dipendono dalla corrente nominale del dispositivo di protezione e sono dell'ordine delle centinaia di ampere, la corrente  $I_{dn}$  è indipendente dalla corrente nominale  $I_N$  dell'interruttore differenziale e varia da frazioni di ampere a qualche ampere; occasionalmente raggiunge la decina di ampere.

Nella tabella seguente sono riportati i valori della resistenza di terra  $R_T$  che soddisfanno alla relazione scritta sopra in relazione al valore di  $I_{\Delta n}$ , posto  $U_L = 50V$ .

CORRENTE DIFFERENZIALE $I_{\Delta n}$ [A]	RESISTENZA DI TERRA $R_T$ [ $\Omega$ ]
0,005	10 000
0,010	5 000
0,03	1 666
0,1	500
0,3	166
0,5	100
1	50
3	16,6
5	10
10	5
20	2,5

Risulta evidente il vantaggio conseguibile con l'installazione di interruttori differenziali: resistenze di terra facilmente realizzabili garantiscono quel coordinamento tra protezione di impianto di terra che può essere ottenuto con i dispositivi a massima corrente solo raramente e, oltretutto, in modo incerto.

In definitiva, nel coordinamento tra protezioni e resistenza di terra, sembra molto più razionale e conveniente adeguare le protezioni all'impianto di terra che non viceversa.

## **9 DIMENSIONAMENTO DELLE CONDUTTURE**

### **9.1 DIMENSIONAMENTO DEL CAVO**

La scelta del tipo di cavo da utilizzare in un determinato impianto si basa su considerazioni di natura tecnica ed economica.

Dal punto di vista tecnico è necessario considerare i seguenti elementi:

- tensione nominale del cavo: il suo valore deve essere scelto in relazione alla modalità di impiego;
- sezione del cavo: la corrente da trasmettere impone dei limiti nella scelta della sezione dei conduttori in relazione alla temperatura massima di funzionamento del cavo, alle cadute di tensione ed alle perdite per effetto Joule ammissibili;
- condizioni di posa: risultano importanti per la scelta del cavo e dalla sua protezione contro i possibili danneggiamenti derivanti da azioni meccaniche, atmosferiche, chimiche ecc..

Dal punto di vista economico, la scelta del cavo deve tener conto sia del costo iniziale, sia dei costi d'esercizio dovuti alle perdite di energia per effetto Joule.

Devono inoltre essere considerati eventuali incrementi di potenza assorbita dagli utilizzatori per successivi ampliamenti degli impianti, che possono consigliare l'impiego di cavi di sezione maggiore.

### **9.2 DEFINIZIONE DELLA TENSIONE NOMINALE DEL CAVO**

Per la scelta della tensione d'isolamento dei cavi in relazione al sistema elettrico in cui il cavo deve essere installato, è necessario considerare i seguenti elementi:

- caratteristiche del sistema elettrico ossia se trifase, monofase o a corrente continua;
- tensione nominale e massima del sistema;
- tipo di posa e ambiente di installazione.

La tensione nominale del cavo non deve essere in nessun caso minore della tensione di esercizio dell'impianto.

### 9.3 PORTATA DEL CAVO

Il passaggio della corrente elettrica in un qualsiasi circuito elettrico comporta sempre, per effetto Joule, una perdita di energia sotto forma di calore, proporzionale al quadrato dell'intensità della corrente ed al tempo di circolazione della corrente.

La produzione di calore nel conduttore determina un innalzamento della temperatura del cavo, il valore della massima temperatura alla quale in servizio continuativo possono funzionare i cavi dipende essenzialmente dal tipo di isolante adottato.

La portata del cavo  $I_Z$  viene pertanto definita come il valore di corrente di regime, in corrispondenza della quale l'isolamento assume una temperatura uguale alla massima consentita per garantire al cavo stesso una prefissata durata di vita (20,30 anni).

Le caratteristiche elettriche e meccaniche dell'isolante di un cavo decadono infatti in maniera più o meno rapida in relazione alla temperatura cui è sottoposto.

Ne deriva che quando la temperatura del cavo supera quella massima ammessa per l'isolante, quest'ultimo subisce un rapido processo di decadimento che ne riduce la durata di vita.

La portata del cavo è pertanto legata direttamente alla:

- produzione e smaltimento del calore e di conseguenza alla sezione, forma, tipo di rivestimento, tipo di posa e temperatura ambiente;
- massima temperatura di funzionamento ammessa dall'isolante.

Per i cavi con isolante in gomma etilenopropilenica (EPR) la temperatura massima di esercizio è di 90°C mentre la massima temperatura in cortocircuito è di 250°C. La portata è anche condizionata dalla temperatura ambiente, e dalla presenza di altri cavi nella stessa canalizzazione, oppure dalla vicinanza di tubazioni di trasporto di fluidi caldi.

Le norme indicano come la temperatura ambiente di riferimento per il dimensionamento delle condutture non interrate il valore di 30°C.

Tale valore è ritenuto valevole anche se la temperatura effettiva raggiunge per qualche ora i 35°C ed eccezionalmente a temperature superiori.

Per le condutture interrate le temperature di riferimento per la determinazione della portata è di 20°C.

**Per il cavo unipolare da 4(1x25) mm<sup>2</sup> tipo FG16R16, utilizzato per la linea di alimentazione Quadro Principale QP (QG), installato in tubo interrato, la portata di corrente è di 100 A.**

**Per il cavo unipolare da 16 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzato per la linea di alimentazione Quadro CDZ (QG), installato in tubo a vista, la portata di corrente è di 68 A.**

**Per il cavo unipolare da 6 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzato per la linea di alimentazione Quadro Primo Piano Q1 (QP), installato in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 36 A.**

**Per il cavo unipolare da 6 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzato per la linea di alimentazione Quadro Secondo Piano Q2.1 (QP), installato in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 36 A.**

**Per il cavo unipolare da 6 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzato per la linea di alimentazione Quadro Secondo Piano Q2.2 (QP), installato in tubo inca sotto traccia ssato, la portata di corrente è di 36 A.**

**Per il cavo unipolare da 6 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzato per la linea di alimentazione Quadro Centrale Termica QCT (QP), installato in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 36 A.**

**Per il cavo multipolare da (5x4) mm<sup>2</sup> tipo FG16OR16, utilizzato per la linea di alimentazione Quadro Box QB (QP), installato in tubo interrato, la portata di corrente è di 44 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci Piano Interrato (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci Deposito + Corpo di Guardia (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci Ingresso + Scale (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci Archivio + Uffici (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Scale (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio Piantone (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Gruppo 1 Prese Ufficio (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Gruppo 2 Prese Ufficio (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Rack Dati (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi multipolari da (3x1,5) mm<sup>2</sup> tipo FG16OR16, utilizzati per la linea di alimentazione Luci Esterne (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 19 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione TVCC (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi multipolari da (3x1,5) mm<sup>2</sup> tipo FG16OR16, utilizzati per la linea di alimentazione Cannello via Mameli (QP), installati in tubo interrato, la portata di corrente è di 19 A.**

**Per i cavi multipolari da (3x1,5) mm<sup>2</sup> tipo FG16OR16, utilizzati per la linea di alimentazione Cannello via Luini (QP), installati in tubo interrato, la portata di corrente è di 19 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Interrato (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Citofono (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione CDZ Uffici (QP), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Gruppo Luci 1 (Q1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Gruppo Luci 2 (Q1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci Sottotetto (Q1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ristoro (Q1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 6 (Q1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 7 (Q1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 8 (Q1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 9 (Q1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 10 (Q1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Bagni (Q1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci (Q2.1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Bagni (Q2.1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 13 (Q2.1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 14 (Q2.1), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci (Q2.2), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Bagni (Q2.2), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 11 (Q2.2), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 12 (Q2.2), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Camera (Q2.2), installati in tubo sotto traccia, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci (QB), installati in tubo a vista, la portata di corrente è di 15,5 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese 230V (QB), installati in tubo a vista, la portata di corrente è di 21 A.**

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese 400V (QB), installati in tubo a vista, la portata di corrente è di 21 A.**

#### 9.4 L'ENERGIA SPECIFICA DEI CAVI

Nel dimensionamento dei cavi, oltre a tenere presente la corrente di regime, è anche importante sapere se il cavo risulterà sottoposto a frequenti sovracorrenti (sovraccarichi o cortocircuiti) in quanto questi eventi aumentano sensibilmente la temperatura del cavo con la conseguenza di accorciarne la durata di vita.

Durante il sovraccarico o il corto circuito e prima che il dispositivo posto a protezione della conduttura interrompa la corrente di guasto, il cavo è soggetto ad un sovrariscaldamento.

Se la sovracorrente permane per un tempo sufficientemente breve (dell'ordine dei secondi) si può ritenere, con buona approssimazione, che il calore sviluppato venga prevalentemente immagazzinato nel cavo senza che possa essere dissipato all'esterno.

Ne consegue un aumento di temperatura del cavo che dipende dal quadrato della corrente, dalle caratteristiche proprie del conduttore (resistività elettrica, tipo di isolante ecc.) e dal tempo di applicazione della corrente.

Per ogni tipo di cavo è possibile pertanto individuare un parametro, che esprime la capacità del cavo stesso ad accumulare calore:

$$K^2S^2$$

nella quale S è la sezione del conduttore (in mm<sup>2</sup>) e K è un coefficiente che dipende dal materiale conduttore e dalla temperatura massima tollerabile dall'isolante che ricopre il conduttore.

Il parametro  $K^2S^2$  indica l'energia che può essere assorbita dal cavo, sotto forma di calore, senza che esso subisca danni o un invecchiamento precoce.

La conoscenza della massima energia specifica ammissibile dal cavo consente di operare una scelta oculata sia del cavo sia dei dispositivi di protezione in modo che il loro intervento limiti il valore dell'energia specifica passante a valori non superiori a quelli tollerati dal cavo.

**Per il cavo multipolare da 4(1x25) mm<sup>2</sup> tipo FG16R16, utilizzato per la linea montante di alimentazione del Quadro Principale QP (QG), si ha un valore di K = 143 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 12\ 780\ 625$$

**Per il cavo unipolare da 16 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzato per la linea montante di alimentazione del Quadro CDZ (QG), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$\mathbf{K^2S^2 = 3\ 385\ 600}$$

**Per il cavo unipolare da 6 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzato per la linea montante di alimentazione del Quadro Primo Piano Q1 (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$\mathbf{K^2S^2 = 476\ 100}$$

**Per il cavo unipolare da 6 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzato per la linea montante di alimentazione del Quadro Secondo Piano Q2.1 (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$\mathbf{K^2S^2 = 476\ 100}$$

**Per il cavo unipolare da 6 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzato per la linea montante di alimentazione del Quadro Secondo Piano Q2.2 (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$\mathbf{K^2S^2 = 476\ 100}$$

**Per il cavo unipolare da 6 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzato per la linea montante di alimentazione del Quadro Centrale Termica QCT (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$\mathbf{K^2S^2 = 476\ 100}$$

**Per il cavo multipolare da (5x4) mm<sup>2</sup> tipo FG16OR16, utilizzato per la linea montante di alimentazione Quadro Box QB (QP), si ha un valore di K = 143 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$\mathbf{K^2S^2 = 327\ 184}$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luce Piano Interrato (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luce Deposito + Corpo di Guardia (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luce Ingresso + Scale (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luce Archivio + Uffici (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Scale (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio Piantone (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Gruppo 1 Prese Uffici (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Gruppo 2 Prese Uffici (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Rack Dati (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi multipolari da (3x1,5) mm<sup>2</sup> tipo FG16OR16, utilizzati per la linea di alimentazione Luce Esterne (QP), si ha un valore di K = 143 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 46\ 010$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione TVCC (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi multipolari da (3x1,5) mm<sup>2</sup> tipo FG16OR16, utilizzati per la linea di alimentazione Cannello via Mameli (QP), si ha un valore di K = 143 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 46\ 010$$

**Per i cavi multipolari da (3x1,5) mm<sup>2</sup> tipo FG16OR16, utilizzati per la linea di alimentazione Cannello via Luini (QP), si ha un valore di K = 143 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 46\ 010$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Interrato (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Citofono (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione CDZ Uffici (QP), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Gruppo Luci 1 (Q1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Gruppo Luci 2 (Q1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci Sottotetto (Q1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ristoro (Q1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 6 (Q1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 7 (Q1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 8 (Q1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 9 (Q1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 10 (Q1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Bagni (Q1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci (Q2.1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Bagni (Q2.1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 13 (Q2.1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 14 (Q2.1), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci (Q2.2), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Bagni (Q2.2), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 11 (Q2.2), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese Ufficio 12 (Q2.2), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Camera (Q2.2), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$

**Per i cavi unipolari da 1,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Luci (QB), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 29\ 756$$

**Per i cavi unipolari da 2,5 mm<sup>2</sup> tipo FS17, utilizzati per la linea di alimentazione Prese 230V (QB), si ha un valore di K = 115 da cui l'integrale di Joule risulta:**

$$K^2S^2 = 82\ 656$$



***Linea montante al Quadro Primo Piano Q1 (QP):***

**cavo tipo FS17 da 6 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 25 \times 0,020 (3,3 \times 0,95 + 0,135 \times 0,31) = 3,85 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,85/400 \times 100 = 0,96\% < 4\%$$

***Linea montante al Quadro Secondo Piano Q2.1 (QP):***

**cavo tipo FS17 da 6 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 25 \times 0,018 (3,3 \times 0,95 + 0,135 \times 0,31) = 2,86 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 2,86/230 \times 100 = 1,24\% < 4\%$$

***Linea montante al Quadro Secondo Piano Q2.2 (QP):***

**cavo tipo FS17 da 6 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 25 \times 0,022 (3,3 \times 0,95 + 0,135 \times 0,31) = 3,49 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,49/230 \times 100 = 1,52\% < 4\%$$

***Linea montante al Quadro Centrale Termica QCT (QP):***

**cavo tipo FS17 da 6 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 25 \times 0,025 (3,3 \times 0,95 + 0,135 \times 0,31) = 3,43 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,43/400 \times 100 = 0,86\% < 4\%$$

***Linea montante al Quadro Box QB (QP):***

**cavo tipo FG16OR16 da (5x4) mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 20 \times 0,030 (4,95 \times 0,95 + 0,101 \times 0,31) = 4,91 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 4,91/400 \times 100 = 1,23\% < 4\%$$

***Linea Luci Piano Interrato (QP):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,020 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 5,07 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 5,07/230 \times 100 = 2,20\% < 4\%$$

***Linea Luci Deposito + Corpo di Guardia (QP):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 3,80 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,80/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Luci Ingresso + Scale (QP):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 3,80 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,80/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Luci Archivio + Uffici (QP):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,020 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 5,07 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 5,07/230 \times 100 = 2,20\% < 4\%$$

***Linea Prese Scale (QP):***

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,020 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 4,88 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 4,88/230 \times 100 = 2,12\% < 4\%$$

***Linea Prese Ufficio Piantone (QP):***

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,010 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 2,44 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 2,44/230 \times 100 = 1,06\% < 4\%$$

***Linea Gruppo 1 Prese Uffici (QP):***

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,020 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 4,88 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 4,88/230 \times 100 = 2,12\% < 4\%$$

***Linea Gruppo 2 Prese Uffici (QP):***

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,020 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 4,88 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 4,88/230 \times 100 = 2,12\% < 4\%$$

***Linea Rack Dati (QP):***

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,010 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 2,44 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 2,44/230 \times 100 = 1,06\% < 4\%$$

***Linea Luci Esterne (QP) (potenza massima 288W-1,25 A):***

cavi tipo FG16OR16 da (3x1,5) mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 1,25 \times 0,050 (13,3 \times 0,95 + 0,118 \times 0,31) = 1,58 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 1,58/230 \times 100 = 0,69\% < 4\%$$

***Linea TVCC (QP):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,005 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 1,27 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 1,27/230 \times 100 = 0,55\% < 4\%$$

***Linea Cannello via Mameli (QP):***

cavi tipo FG16OR16 da (3x1,5) mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,118 \times 0,31) = 3,80 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,80/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Cannello via Luini (QP):***

cavi tipo FG16OR16 da (3x1,5) mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,030 (13,3 \times 0,95 + 0,118 \times 0,31) = 7,60 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 7,60/230 \times 100 = 3,30\% < 4\%$$

***Linea Prese Interrato (QP):***

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,020 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 4,88 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 4,88/230 \times 100 = 2,12\% < 4\%$$

***Linea Citofono (QP):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,005 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 1,27 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 1,27/230 \times 100 = 0,55\% < 4\%$$

***Linea CDZ Ufficio (QP):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,015 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 3,66 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,66/230 \times 100 = 1,59\% < 4\%$$

***Linea Gruppo Luci 1 (Q1):***

**cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 3,81 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,81/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Gruppo Luci 2 (Q1):***

**cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 3,81 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,81/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Luci Sottotetto (Q1):***

**cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 3,81 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,81/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Prese Ristoro (Q1):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,010 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 2,44 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 2,44/230 \times 100 = 1,06\% < 4\%$$

***Linea Prese Ufficio 6 (Q1):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,010 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 2,44 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 2,44/230 \times 100 = 1,06\% < 4\%$$

***Linea Prese Ufficio 7 (Q1):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,015 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 3,66 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,66/230 \times 100 = 1,59\% < 4\%$$

***Linea Prese Ufficio 8 (Q1):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,010 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 2,44 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 2,44/230 \times 100 = 1,06\% < 4\%$$

***Linea Prese Ufficio 9 (Q1):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,020 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 4,88 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 4,88/230 \times 100 = 2,12\% < 4\%$$

***Linea Prese Ufficio 10 (Q1):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,020 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 4,88 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 4,88/230 \times 100 = 2,12\% < 4\%$$

***Linea Bagni (Q1):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 3,81 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,81/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Luci (Q2.1):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 3,81 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,81/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Bagni (Q2.1):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 3,81 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,81/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Prese Ufficio 13 (Q2.1):***

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,015 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 3,66 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,66/230 \times 100 = 1,59\% < 4\%$$

***Linea Prese Ufficio 14 (Q2.1):***

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,015 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 3,66 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,66/230 \times 100 = 1,59\% < 4\%$$

***Linea Luci (Q2.2):***

**cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 3,81 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,81/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Bagni (Q2.2):***

**cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 3,81 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,81/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Prese Ufficio 11 (Q2.2):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,015 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 3,66 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,66/230 \times 100 = 1,59\% < 4\%$$

***Linea Prese Ufficio 12 (Q2.2):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,015 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 3,66 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,66/230 \times 100 = 1,59\% < 4\%$$

***Linea Camera (Q2.2):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,015 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 3,66 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,66/230 \times 100 = 1,59\% < 4\%$$

***Linea Luci (QB):***

**cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 10 \times 0,015 (13,3 \times 0,95 + 0,168 \times 0,31) = 3,81 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,81/230 \times 100 = 1,65\% < 4\%$$

***Linea Prese 230V (QB):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = 2 \times 16 \times 0,015 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 3,66 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 3,66/230 \times 100 = 1,59\% < 4\%$$

***Linea Prese 400V (QB):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 16 \times 0,002 (7,98 \times 0,95 + 0,155 \times 0,31) = 0,42 \text{ V}$$

$$\Delta U\% = \Delta U/U \times 100 = 0,42/400 \times 100 = 0,10\% < 4\%$$

Al crescere della sezione dei cavi e quindi all'aumento della distanza reale dei conduttori, la componente induttiva assume importanza sempre maggiore nei confronti di quella resistiva.

Se ne deduce che per i cavi con sezione del conduttore elevata ogni ulteriore aumento della sezione comporta trascurabili riduzioni della caduta di tensione.

Si dovrà fare attenzione inoltre, nella posa dei cavi unipolari, alla distanza fra i conduttori delle diverse fasi in quanto al suo aumentare cresce la reattanza e quindi la caduta di tensione.

Negli impianti in edifici residenziali e similari la caduta di tensione non deve superare il 3 ÷ 4%.

Per utilizzatori che danno luogo, durante l'avviamento, ad elevate correnti di spunto, la caduta di tensione deve essere mantenuta entro valori compatibili con il buon funzionamento della macchina anche durante l'avviamento.

## **10 ILLUMINAZIONE DI EMERGENZA**

Il sistema di illuminazione di sicurezza deve garantire un'affidabile segnalazione delle vie di esodo, deve avere alimentazione autonoma, centralizzata e localizzata, che, per durata a livello di illuminamento, consenta un ordinato sfollamento.

Il livello di illuminamento minimo deve essere di almeno 5 lux in prossimità di uscite e/o gradini.

Le sorgenti di alimentazione dei servizi di sicurezza devono alimentare il carico solo in caso di mancanza della sorgente normale di alimentazione.

Il tempo di funzionamento garantito deve essere almeno 3 h, ottenuto dopo una ricarica di 6 h.

Il tempo di funzionamento garantito può essere ridotto a 60 min nel caso che in tale tempo l'alimentazione di sicurezza possa essere commutata almeno manualmente sull'alimentazione di riserva.

Non devono essere usate batterie per auto o per trazione.

**Nei locali in esame sono stati installati degli apparecchi di illuminazione di sicurezza a LED in aggiunta agli apparecchi di illuminazione ordinaria per illuminare le vie di fuga e la zona del Quadri elettrici.**

## 11 COORDINAMENTO TRA CONDUTTORI E DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

La protezione delle condutture viene realizzata secondo una procedura che comprende varie fasi.

Nella prima fase viene individuato il dispositivo di protezione in base alle caratteristiche dell'impianto, quali tensione, frequenza d'esercizio, n° di fasi e sistema di distribuzione, corrente d'impiego, di spunto e di corto circuito.

Nelle fasi successive si confrontano le caratteristiche del dispositivo di protezione con quelle del cavo.

Il confronto evidenzia le interazioni ed i condizionamenti che possono portare alla scelta di un dispositivo di protezione e di un cavo con caratteristiche diverse.

### 11.1 -PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione delle condutture contro i sovraccarichi devono rispondere alle seguenti condizioni:

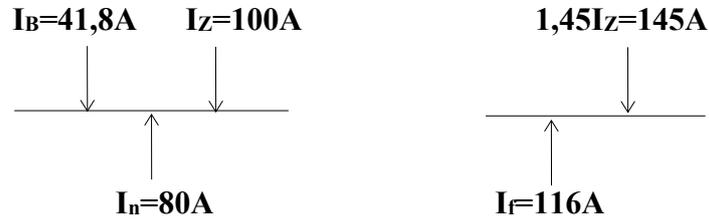
$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$
$$I_f \leq 1,45I_Z$$



dove:  $I_B$  = corrente di impiego del circuito;  
 $I_Z$  = portata in regime permanente della conduttura;  
 $I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione;  
 $I_f$  = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

***Linea montante al Quadro Principale QP (QG):***

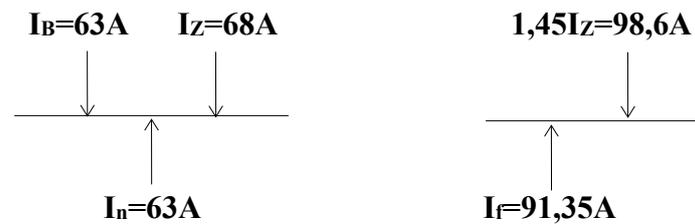
**cavi tipo FG16OR16 da (3,5x35) mm<sup>2</sup>**



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea montante al Quadro CDZ (QG):***

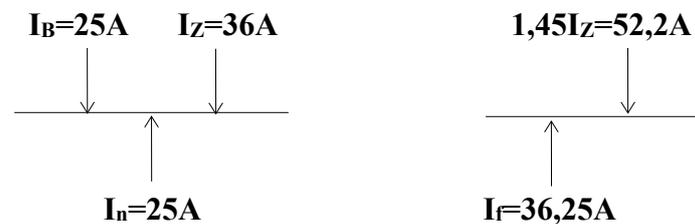
**cavi tipo FG7OR da (3,5x35) mm<sup>2</sup>**



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea montante al Quadro Primo Piano Q1 (QP):***

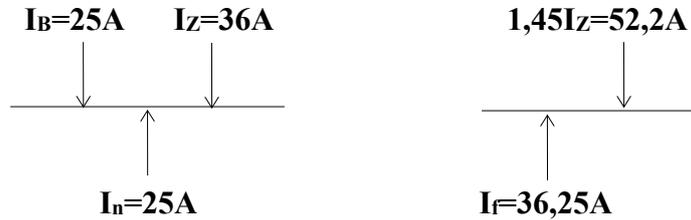
**cavo tipo FS17 da 6 mm<sup>2</sup>**



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea montante al Quadro Secondo Piano Q2.1 (QP):**

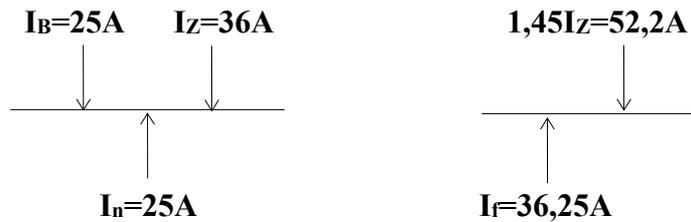
cavo tipo FS17 da 6 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea montante al Quadro Secondo Piano Q2.2 (QP):**

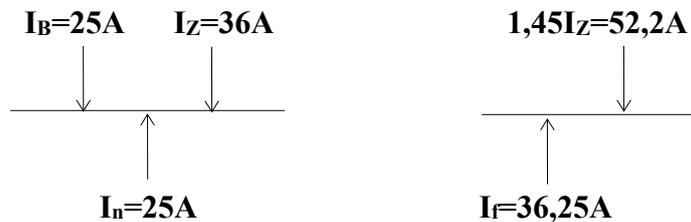
cavo tipo FS17 da 6 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea montante al Quadro Centrale Termica QCT (QP):**

cavo tipo FS17 da 6 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea montante al Quadro Box QB (QP):***

cavo tipo FG16OR16 da (5x4) mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Luci Piano Interrato (QP):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Deposito + Corpo di Guardia (QP):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Luci Ingresso + Scale (QP):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Luci Archivio + Uffici (QP):***

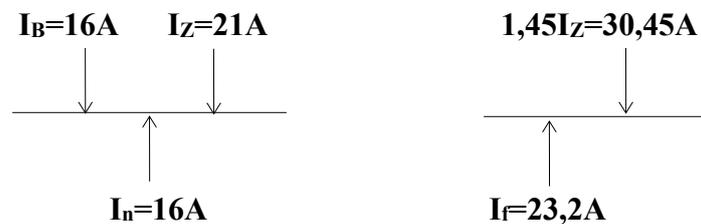
cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Prese Scale (QP):***

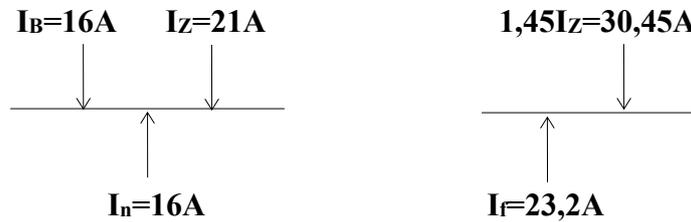
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Prese Ufficio Piantone (QP):**

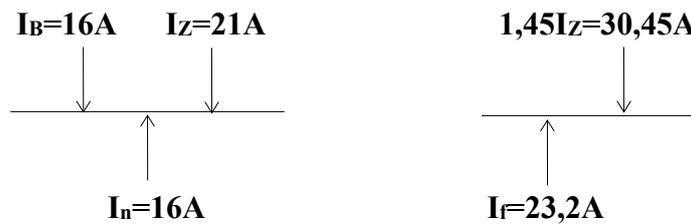
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Gruppo 1 Prese Uffici (QP):**

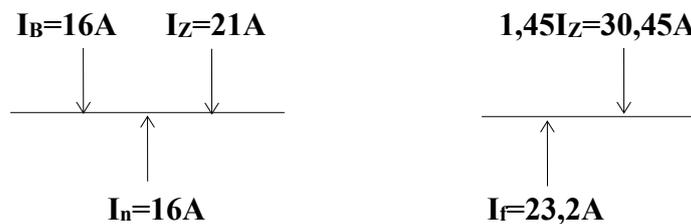
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Gruppo 2 Prese Uffici (QP):**

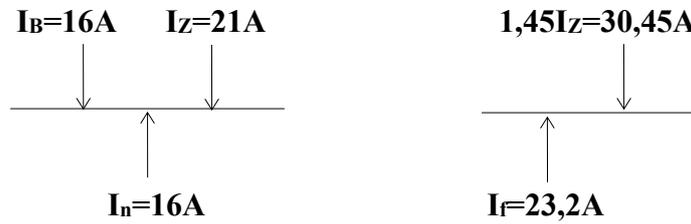
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Rack Dati (QP):***

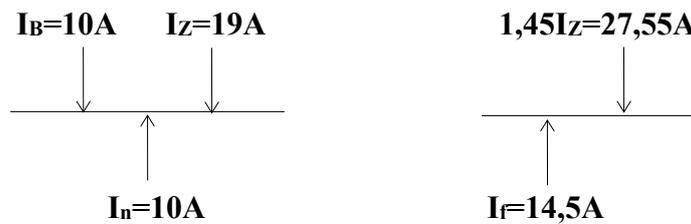
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Luci Esterne (QP):***

cavi tipo FG16OR16 da (3x1,5) mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea TVCC (QP):***

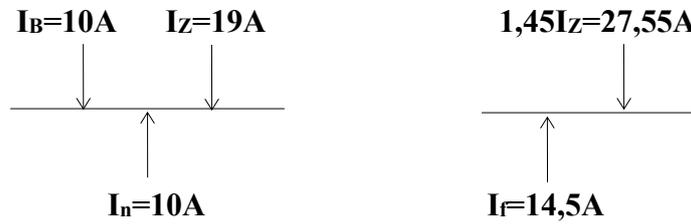
cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Cannello via Mameli (QP):***

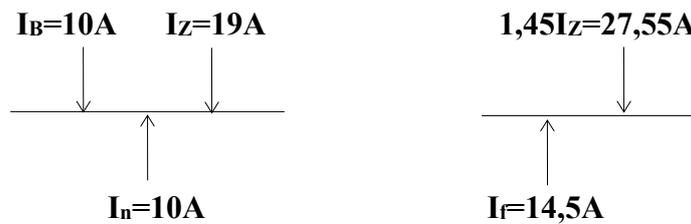
**cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>**



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Cannello via Luini (QP):***

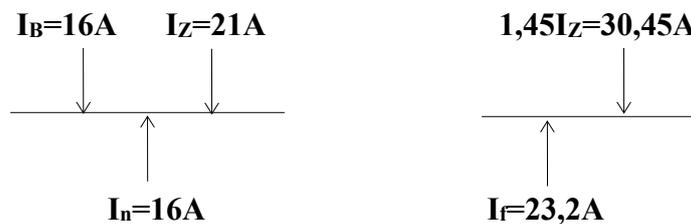
**cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>**



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Prese Interrato (QP):***

**cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>**



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Citofono (QP):**

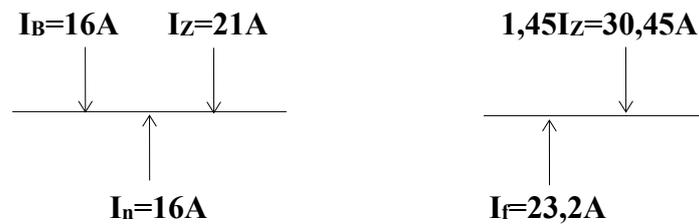
cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea CDZ Ufficio (QP):**

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Gruppo Luci 1 (Q1):**

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Gruppo Luci 2 (Q1):***

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Luci Sottotetto (Q1):***

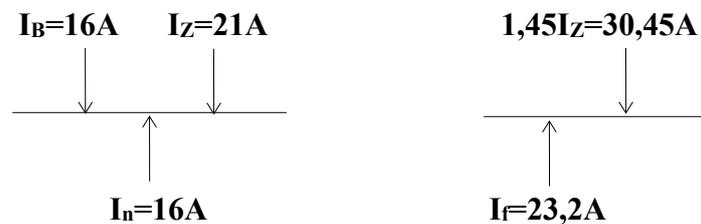
cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

***Linea Prese Ristoro (Q1):***

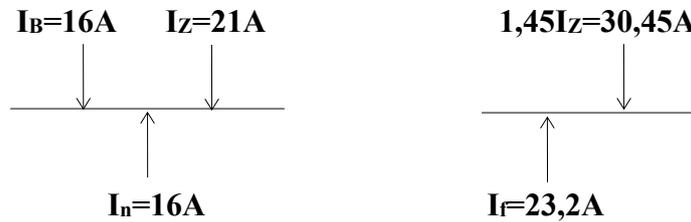
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Prese Ufficio 6 (Q1):**

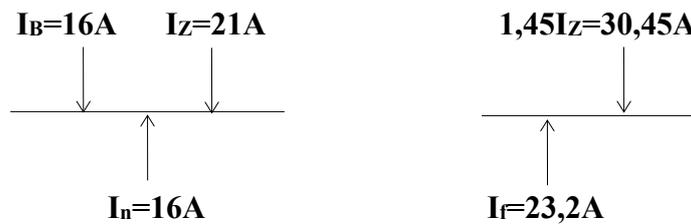
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Prese Ufficio 7 (Q1):**

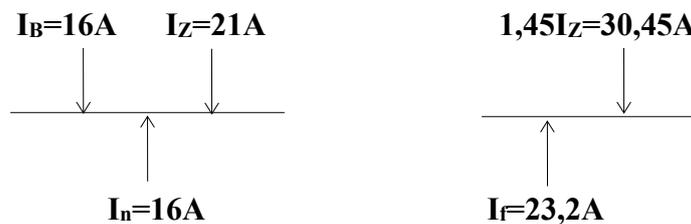
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Prese Ufficio 8 (Q1):**

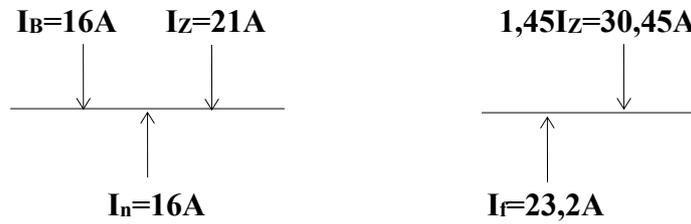
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Prese Ufficio 9 (Q1):**

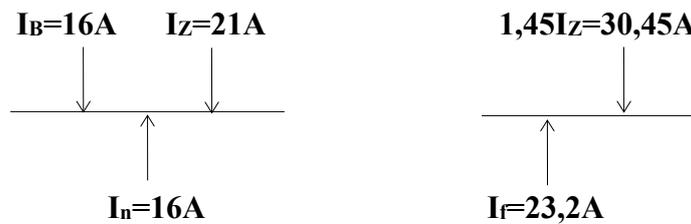
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Prese Ufficio 10 (Q1):**

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Bagni (Q1):**

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Luci (Q2.1):**

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.

**Linea Bagni (Q2.1):**

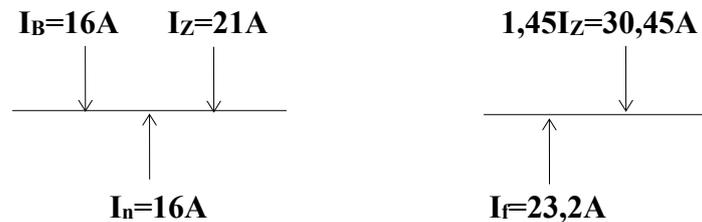
cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.

**Linea Prese Ufficio 13 (Q2.1):**

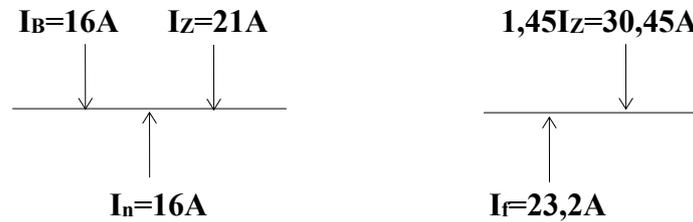
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.

**Linea Prese Ufficio 14 (Q2.1):**

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Luci (Q2.2):**

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Bagni (Q2.2):**

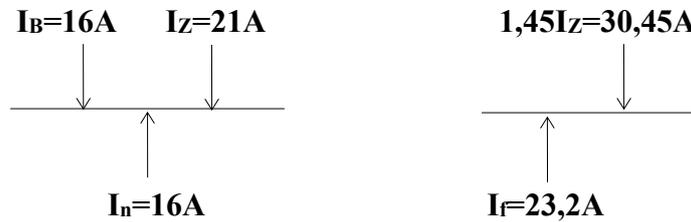
cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Prese Ufficio 11 (Q2.2):**

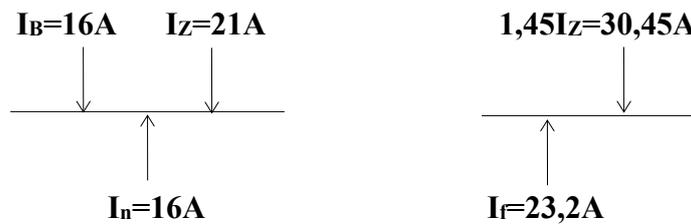
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Prese Ufficio 12 (Q2.2):**

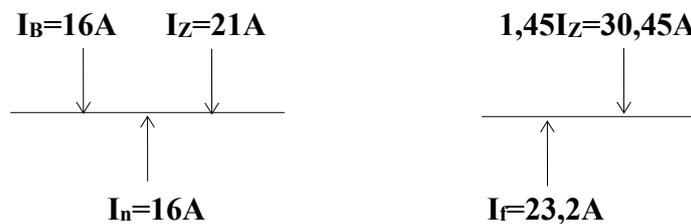
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Camera (Q2.2):**

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Luci (QB):**

cavi tipo FS17 da 1,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Prese 230V (QB):**

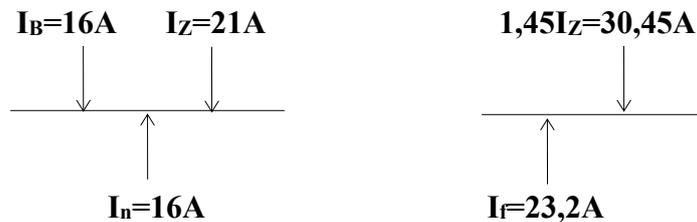
cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

**Linea Prese 400V (QB):**

cavi tipo FS17 da 2,5 mm<sup>2</sup>



**Da cui risulta assicurata la protezione contro i sovraccarichi.**

Quando il sovraccarico è compreso tra  $I_Z$  e  $I_f$  esso può durare a lungo senza provocare interventi delle protezioni; per questo motivo il valore della corrente di impiego  $I_B$  deve essere fissato in modo tale che  $I_Z$  non sia frequentemente superato.

Quando il rapporto  $I_f/I_n$  è maggiore di 1,45, la condizione  $I_f \leq 1,45I_Z$  non corrisponde alla soluzione più economica, dal momento che la conduttura non può essere sfruttata fino alla sua portata  $I_Z$ .

Quando la conduttura abbia lungo il suo percorso tratte con portate differenti le condizioni  $I_B \leq I_n \leq I_Z$  e  $I_f \leq 1,45I_Z$  devono essere soddisfatte per la portata inferiore.

Qualora attraverso uno stesso dispositivo di protezione siano alimentate diverse condutture od una conduttura principale dalla quale siano derivate condutture secondarie, tale dispositivo protegge contro i sovraccarichi le condutture le cui portate soddisfino le condizioni  $I_B \leq I_n \leq I_Z$  e  $I_f \leq 1,45I_Z$ .

Il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi deve avere caratteristiche tali da consentire, senza interrompere il circuito, i sovraccarichi di breve durata che si producano nell'esercizio ordinario.

## 11.2 PROTEZIONE CONTRO I CORTOCIRCUITI

La verifica contro i cortocircuiti si ottiene accertando che siano rispettate le condizioni seguenti relative all'energia passante.

L'energia specifica lasciata passare dal dispositivo di protezione durante i cortocircuiti che si possono produrre in tutti i punti della conduttura protetta deve essere inferiore a quella ammissibile dal cavo.

In definitiva si tratta di verificare la seguente disuguaglianza:

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

Tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

Occorre perciò che i dispositivi di protezione interrompano le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

Per soddisfare a queste prescrizioni il dispositivo di protezione deve adempiere a queste due condizioni:

- 1) protezione assicurata per la corrente di corto circuito massima
- 2) protezione assicurata per la corrente di corto circuito minima

1) La prima caratteristica che un dispositivo di protezione contro i cortocircuiti è chiamato ad avere sarà quella di interrompere la massima corrente di corto circuito che si può presentare sulla linea.

Per utenze alimentate a bassa tensione, la corrente di corto circuito massima che si può presentare è quella immediatamente a valle al punto di consegna e dipende ovviamente dalle caratteristiche delle linee di distribuzione dell'Ente Erogatore.

Solo quest'ultimo è in grado di rendere noto all'utente detto valore, che in linea teorica, dovrebbe essere calcolato ogni volta.

Peraltro la tipologia e le taglie dei trasformatori utilizzati dall'Ente medesimo nonché la conformazione delle reti di distribuzione contribuiscono a far sì che nei punti di consegna dell'energia non si abbiano, di solito, correnti di corto circuito superiori a 6000A per utenze trifasi.

Il dispositivo di protezione dovrà quindi avere un potere di interruzione non inferiore alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione.

2) Per la determinazione della corrente di corto circuito minima che si sviluppa in una conduttura, si considera il punto più lontano in quanto l'impedenza della conduttura potrebbe limitare la corrente, facendo aumentare il tempo di intervento della protezione e di conseguenza il prodotto  $I^2t$ , che potrebbe risultare superiore a  $K^2S^2$  sopportato dal cavo.

Nella maggior parte dei casi che si presentano in pratica, per la determinazione della suddetta corrente, si ricorre alla seguente formula:

$$I_{CC} = \frac{15 \times U \times S}{L}$$

Una volta determinata la  $I_{CC}$  si determinano i multipli della  $I_n$  ( $I_{CC}/I_n$ ).

Con questo valore si entra nella curva di intervento del magnetotermico e si ricava il tempo di intervento.

Con il tempo di intervento si determina  $I^2t$  lasciato passare dall'interruttore che deve essere inferiore all'energia passante del cavo.

Si ipotizza per i circuiti trifasi in presenza del conduttore di neutro, al fine della determinazione della corrente minima di cortocircuito per guasto monofase, di assumere un valore di  $U$  pari alla tensione di fase.

Se è previsto un unico dispositivo di protezione contro i cortocircuiti e contro i sovraccarichi, la verifica della corrente di cortocircuito minima non è necessaria.

## 12 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRATENSIONI DI ORIGINE ATMOSFERICA

La protezione contro un evento di natura aleatoria quale è il fulmine è caratterizzata dal fatto che, nei limiti di una spesa giustificata dai benefici conseguenti, nessun provvedimento può garantire la sicurezza assoluta, pertanto la funzione di un impianto di protezione non può essere che quella di impedire che il fenomeno della fulminazione comporti un rischio accettabile nelle diverse situazioni.

Un fulmine che colpisce una struttura può causare danni alla struttura stessa ed ai suoi occupanti ed al suo contenuto, compreso i guasti agli impianti interni.

I guasti ed i danni possono estendersi anche nelle vicinanze della struttura e possono talvolta interessare l'ambiente.

Le dimensioni di detta estensione dipendono dalle caratteristiche della struttura e da quelle del fulmine..

La corrente di fulmine è la sorgente del danno. Le seguenti situazioni devono essere prese in considerazione in funzione della localizzazione del punto di impatto rispetto alla struttura:

- S<sub>1</sub>: fulmine sulla struttura;
- S<sub>2</sub>: fulmine vicino alla struttura;
- S<sub>3</sub>: fulmine sui servizi entranti nella struttura;
- S<sub>4</sub>: fulmine in prossimità dei servizi entranti nella struttura.

I danni causati dai fulmini possono essere di diverso tipo:

- D<sub>1</sub>: danni ad esseri viventi dovuti a tensioni di passo e di contatto;
- D<sub>2</sub>: danni materiali (incendio, esplosione, distruzione meccanica, rilascio di sostanze chimiche) dovuti agli effetti della corrente di fulmine, scariche distruttive incluse;
- D<sub>3</sub>: guasti agli impianti interni dovuti agli effetti elettromagnetici della corrente di fulmine (LEMP);
- D<sub>4</sub>: fulmine in prossimità dei servizi entranti nella struttura.

Se il danno è di tipo 4, cioè coinvolge soltanto perdite economiche, la decisione di adottare misure di protezione può essere presa dal progettista, in accordo con il committente del progetto, sulla base di una convenienza puramente economica, confrontando il rischio dovuto al fulmine con il costo annuo delle eventuali misure di protezione da adottare.

## 12.1 - CALCOLO DELLA PROTEZIONE

---

# RELAZIONE TECNICA

---

relativa alla

## **PROTEZIONE CONTRO I FULMINI**

di struttura adibita ad Edificio ad uso Uffici.

sita nel comune di **SEREGNO (MB)**

**Via Goffredo Mameli, 34**

Si è valutato il rischio di perdita di vite umane (rischio 1) e le eventuali azioni da intraprendere per ridurre tale rischio.

Per il rischio di perdite economiche (rischio 4), in accordo con la proprietà si è deciso di non procedere ad alcuna azione vista l'esigua entità di danno economico eventualmente prodotto.

Valutazione del rischio dovuto al fulmine e scelta delle misure di protezione

In allegato il valore di  $N_g$  “numero annuo di fulmini a terra per  $\text{km}^2$ ” di 5,62, come richiesto dalla nuova normativa a seguito dell’abrogazione della norma CEI 81-3. Il valore di  $N_g$  riportato nel presente progetto, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858 (CEI 81-31) “**Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) – Principi generali**” articolo 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2029



## SOMMARIO

1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO
2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO
3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE
4. DATI INIZIALI
  - 4.1 Densità annua di fulmini a terra
  - 4.2 Dati relativi alla struttura
  - 4.3 Dati relativi alle linee esterne
  - 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone
5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE
6. VALUTAZIONE DEI RISCHI
  - 6.1 Rischio  $R_1$  di perdita di vite umane
    - 6.1.1 Calcolo del rischio  $R_1$
    - 6.1.2 Analisi del rischio  $R_1$
7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE
8. CONCLUSIONI
9. APPENDICI
10. ALLEGATI

Disegno della struttura  
Grafico area di raccolta AD  
Grafico area di raccolta AM  
Valore di  $N_G$   
Coordinate della struttura in formato decimale (WGS84)

### 1. CONTENUTO DEL DOCUMENTO

Questo documento contiene:

- la relazione sulla valutazione dei rischi dovuti al fulmine;
- la scelta delle misure di protezione da adottare ove necessarie.

## **2. NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1  
"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-2  
"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-3  
"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"  
Febbraio 2013;
- CEI EN 62305-4  
"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"  
Febbraio 2013;
- CEI 81-29  
"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"  
Maggio 2020;
- CEI EN IEC 62858  
"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali"  
Maggio 2020.

## **3. INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE**

L'individuazione della struttura da proteggere è essenziale per definire le dimensioni e le caratteristiche da utilizzare per la valutazione dell'area di raccolta.

La struttura che si vuole proteggere coincide con un intero edificio a sé stante, fisicamente separato da altre costruzioni.

Pertanto, ai sensi dell'art. A.2.2 della norma CEI EN 62305-2, le dimensioni e le caratteristiche della struttura da considerare sono quelle dell'edificio stesso.

## 4. DATI INIZIALI

### 4.1 Densità annua di fulmini a terra

La densità annua di fulmini a terra al kilometro quadrato nella posizione in cui è ubicata la struttura vale:

$$N_g = 5,62 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### 4.2 Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel disegno (*Allegato Disegno della struttura*).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: ufficio

In relazione anche alla sua destinazione d'uso, la struttura può essere soggetta a:

- perdita di vite umane

In accordo con la norma CEI EN 62305-2 per valutare la necessità della protezione contro il fulmine, deve pertanto essere calcolato:

- rischio R1;

Le valutazioni di natura economica, volte ad accertare la convenienza dell'adozione delle misure di protezione, non sono state condotte perché espressamente non richieste dal Committente.

### 4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: ENERGIA
- Linea di segnale: TP

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle linee elettriche*.

### 4.4 Definizione e caratteristiche delle zone

Tenuto conto di:

- compartimenti antincendio esistenti e/o che sarebbe opportuno realizzare;
- eventuali locali già protetti (e/o che sarebbe opportuno proteggere specificamente) contro il LEMP (impulso elettromagnetico);
- i tipi di superficie del suolo all'esterno della struttura, i tipi di pavimentazione interni ad essa e l'eventuale presenza di persone;
- le altre caratteristiche della struttura e, in particolare il lay-out degli impianti interni e le misure di protezione esistenti;

sono state definite le seguenti zone:

Z1: Struttura

Le caratteristiche delle zone, i valori medi delle perdite, i tipi di rischio presenti e le relative componenti sono riportate nell'Appendice *Caratteristiche delle Zone*.

## **5. CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE**

L'area di raccolta AD dei fulmini diretti sulla struttura è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.2, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AD*).

L'area di raccolta AM dei fulmini a terra vicino alla struttura, che ne possono danneggiare gli impianti interni per sovratensioni indotte, è stata valutata graficamente secondo il metodo indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.3, ed è riportata nel disegno (Allegato *Grafico area di raccolta AM*).

Le aree di raccolta AL e AI di ciascuna linea elettrica esterna sono state valutate analiticamente come indicato nella norma CEI EN 62305-2, art. A.4 e A.5.

I valori delle aree di raccolta (A) e i relativi numeri di eventi pericolosi all'anno (N) sono riportati nell'Appendice *Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi*.

I valori delle probabilità di danno (P) per il calcolo delle varie componenti di rischio considerate sono riportate nell'Appendice *Valori delle probabilità P per la struttura non protetta*.

## **6. VALUTAZIONE DEI RISCHI**

### **6.1 Rischio R1: perdita di vite umane**

#### **6.1.1 Calcolo del rischio R1**

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

Z1: Struttura

RA: 1,76E-07

RB: 1,76E-07

RU(QUADRO SECONDO PIANO Q2.1 (QP)): 2,25E-10

RV(QUADRO SECONDO PIANO Q2.1 (QP)): 2,25E-10

RU(QUADRO SECONDO PIANO Q2.2 (QP)): 2,25E-10

RV(QUADRO SECONDO PIANO Q2.2 (QP)): 2,25E-10

RU(QUADRO CENTRALE TERMICA QCT (QP)): 2,25E-10

RV(QUADRO CENTRALE TERMICA QCT (QP)): 2,25E-10

RU(QUADRO BOX QB (QP)): 2,25E-10

RV(QUADRO BOX QB (QP)): 2,25E-10

RU(LUCE PIANO INTERRATO (QP)): 2,25E-10

RV(LUCE PIANO INTERRATO (QP)): 2,25E-10  
RU(LUCE DEPOSITO+CORPO DI GUARDIA (QP)): 2,25E-10  
RV(LUCE DEPOSITO+CORPO DI GUARDIA (QP)): 2,25E-10  
RU(LUCI INGRESSO+SCALE (QP)): 2,25E-10  
RV(LUCI INGRESSO+SCALE (QP)): 2,25E-10  
RU(LUCI ARCHIVIO+UFFICI (QP)): 2,25E-10  
RV(LUCI ARCHIVIO+UFFICI (QP)): 2,25E-10  
RU(PRESE SCALE (QP)): 2,25E-10  
RV(PRESE SCALE (QP)): 2,25E-10  
RU(PRESE UFFICIO PIANTONE (QP)): 2,25E-10  
RV(PRESE UFFICIO PIANTONE (QP)): 2,25E-10  
RU(GRUPPO 1 PRESE UFFICI (QP)): 2,25E-10  
RV(GRUPPO 1 PRESE UFFICI (QP)): 2,25E-10  
RU(GRUPPO 2 PRESE UFFICI (QP)): 2,25E-10  
RV(GRUPPO 2 PRESE UFFICI (QP)): 2,25E-10  
RU(RACK DATI (QP)): 2,25E-10  
RV(RACK DATI (QP)): 2,25E-10  
RU(LUCI ESTERNE (QP)): 2,25E-10  
RV(LUCI ESTERNE (QP)): 2,25E-10  
RU(TVCC (QP)): 2,25E-10  
RV(TVCC (QP)): 2,25E-10  
RU(CANCELLO VIA MAMELI (QP)): 2,25E-10  
RV(CANCELLO VIA MAMELI (QP)): 2,25E-10  
RU(CANCELLO VIA LUINI (QP)): 2,25E-10  
RV(CANCELLO VIA LUINI (QP)): 2,25E-10  
RU(PRESE INTERRATO (QP)): 2,25E-10  
RV(PRESE INTERRATO (QP)): 2,25E-10  
RU(CITOFONO (QP)): 2,25E-10  
RV(CITOFONO (QP)): 2,25E-10  
RU(CDZ UFFICIO (QP)): 2,25E-10  
RV(CDZ UFFICIO (QP)): 2,25E-10  
RU(GRUPPO LUCI 1 (Q1)): 2,25E-10  
RV(GRUPPO LUCI 1 (Q1)): 2,25E-10  
RU(GRUPPO LUCI 2 (Q1)): 2,25E-10  
RV(GRUPPO LUCI 2 (Q1)): 2,25E-10  
RU(LUCI SOTTOTETTO (Q1)): 2,25E-10  
RV(LUCI SOTTOTETTO (Q1)): 2,25E-10  
RU(PRESE RISTORO (Q1)): 2,25E-10  
RV(PRESE RISTORO (Q1)): 2,25E-10  
RU(PRESE UFFICIO 6 (Q1)): 2,25E-10  
RV(PRESE UFFICIO 6 (Q1)): 2,25E-10  
RU(PRESE UFFICIO 7 (Q1)): 2,25E-10  
RV(PRESE UFFICIO 7 (Q1)): 2,25E-10  
RU(PRESE UFFICIO 8 (Q1)): 2,25E-10  
RV(PRESE UFFICIO 8 (Q1)): 2,25E-10  
RU(PRESE UFFICIO 9 (Q1)): 2,25E-10

RV(PRESE UFFICIO 9 (Q1)): 2,25E-10  
RU(PRESE UFFICIO 10 (Q1)): 2,25E-10  
RV(PRESE UFFICIO 10 (Q1)): 2,25E-10  
RU(BAGNI (Q1)): 2,25E-10  
RV(BAGNI (Q1)): 2,25E-10  
RU(LUCI (Q2.1)): 2,25E-10  
RV(LUCI (Q2.1)): 2,25E-10  
RU(BAGNI (Q2.1)): 2,25E-10  
RV(BAGNI (Q2.1)): 2,25E-10  
RU(PRESE UFFICIO 13 (Q2.1)): 2,25E-10  
RV(PRESE UFFICIO 13 (Q2.1)): 2,25E-10  
RU(PRESE UFFICIO 14 (Q2.1)): 2,25E-10  
RV(PRESE UFFICIO 14 (Q2.1)): 2,25E-10  
RU(LUCI (Q2.2)): 2,25E-10  
RV(LUCI (Q2.2)): 2,25E-10  
RU(BAGNI (Q2.2)): 2,25E-10  
RV(BAGNI (Q2.2)): 2,25E-10  
RU(QUADRO QP (QG)): 2,25E-10  
RV(QUADRO QP (QG)): 2,25E-10  
RU(QUADRO CDZ (QG)): 2,25E-10  
RV(QUADRO CDZ (QG)): 2,25E-10  
RU(QUADRO PRIMO PIANO Q1 (QP)): 2,25E-10  
RV(QUADRO PRIMO PIANO Q1 (QP)): 2,25E-10  
RU(PRESE UFFICIO 11 (Q2.2)): 2,25E-10  
RV(PRESE UFFICIO 11 (Q2.2)): 2,25E-10  
RU(PRESE UFFICIO 12 (Q2.2)): 2,25E-10  
RV(PRESE UFFICIO 12 (Q2.2)): 2,25E-10  
RU(CAMERA (Q2.2)): 2,25E-10  
RV(CAMERA (Q2.2)): 2,25E-10  
RU(LUCI (QB)): 2,25E-10  
RV(LUCI (QB)): 2,25E-10  
RU(PRESE 230V (QB)): 2,25E-10  
RV(PRESE 230V (QB)): 2,25E-10  
RU(PRESE 400V (QB)): 2,25E-10  
RV(PRESE 400V (QB)): 2,25E-10  
RU(TP): 1,12E-08  
RV(TP): 1,12E-08  
Totale: 3,95E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 3,95E-07

### 6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 3,95E-07 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

## 7. SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo  $R1 = 3,95E-07$  è inferiore a quello tollerato  $RT = 1E-05$ , non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## 8. CONCLUSIONI

Rischi che non superano il valore tollerabile: R1  
Secondo la norma CEI EN 62305-2 la protezione contro il fulmine non è necessaria.

## 9. APPENDICI

### APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: vedi disegno  
Coefficiente di posizione: in area con oggetti di altezza uguale o inferiore ( $CD = 0,5$ )  
Schermo esterno alla struttura: assente  
Densità di fulmini a terra (fulmini/anno  $km^2$ )  $Ng = 5,62$

### APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: ENERGIA  
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso  
Tipo di linea: energia - interrata  
Lunghezza (m)  $L = 100$   
Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$   
Coefficiente ambientale (CE): urbano  
SPD ad arrivo linea: livello II ( $PEB = 0,02$ )

Caratteristiche della linea: TP  
La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso  
Tipo di linea: segnale - interrata  
Lunghezza (m)  $L = 100$   
Resistività (ohm x m)  $\rho = 400$   
Coefficiente ambientale (CE): urbano

### APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: Struttura  
Tipo di zona: interna  
Tipo di pavimentazione: ceramica ( $rt = 0,001$ )

Rischio di incendio: ordinario ( $r_f = 0,01$ )  
Pericoli particolari: ridotto rischio di panico ( $h = 2$ )  
Protezioni antincendio: manuali ( $r_p = 0,5$ )  
Schermatura di zona: assente  
Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: QUADRO SECONDO PIANO Q2.1 (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a  $10 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,2$ )  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: II ( $PSPD = 0,02$ )  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: QUADRO SECONDO PIANO Q2.2 (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a  $10 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,2$ )  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: II ( $PSPD = 0,02$ )  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: QUADRO CENTRALE TERMICA QCT (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a  $10 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,2$ )  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: QUADRO BOX QB (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a  $10 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,2$ )  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: LUCE PIANO INTERRATO (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a  $10 \text{ m}^2$ ) ( $K_{s3} = 0,2$ )  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: LUCE DEPOSITO+CORPO DI GUARDIA (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: LUCI INGRESSO+SCALE (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: LUCI ARCHIVIO+UFFICI (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE SCALE (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE UFFICIO PIANTONE (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: GRUPPO 1 PRESE UFFICI (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: GRUPPO 2 PRESE UFFICI (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: RACK DATI (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: LUCI ESTERNE (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: TVCC (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: CANCELLO VIA MAMELI (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,01)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: CANCELLO VIA LUINI (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE nello stesso cavo (spire fino a 0,5 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,01)

Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE INTERRATO (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: CITOFONO (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: CDZ UFFICIO (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: GRUPPO LUCI 1 (Q1)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: GRUPPO LUCI 2 (Q1)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: LUCI SOTTOTETTO (Q1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE RISTORO (Q1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE UFFICIO 6 (Q1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE UFFICIO 7 (Q1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE UFFICIO 8 (Q1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE UFFICIO 9 (Q1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE UFFICIO 10 (Q1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: BAGNI (Q1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: LUCI (Q2.1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: BAGNI (Q2.1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE UFFICIO 13 (Q2.1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE UFFICIO 14 (Q2.1)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: LUCI (Q2.2)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: BAGNI (Q2.2)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: QUADRO QP (QG)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: QUADRO CDZ (QG)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: QUADRO PRIMO PIANO Q1 (QP)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: II (PSPD = 0,02)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE UFFICIO 11 (Q2.2)

Alimentato dalla linea ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE UFFICIO 12 (Q2.2)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: CAMERA (Q2.2)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: LUCI (QB)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE 230V (QB)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: PRESE 400V (QB)

Alimentato dalla linea ENERGIA  
Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)  
Tensione di tenuta: 1,0 kV  
Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Impianto interno: TP

Alimentato dalla linea TP

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE con stesso percorso (spire fino a 10 m<sup>2</sup>) (Ks3 = 0,2)

Tensione di tenuta: 1,0 kV

Sistema di SPD - livello: Assente (PSPD =1)

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Valori medi delle perdite per la zona: Struttura

Rischio 1

Tempo per il quale le persone sono presenti nella struttura (ore all'anno): 8760

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1) LA = LU = 1,00E-05

Perdita per danno fisico (relativa a R1) LB = LV = 1,00E-05

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: Struttura

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

## **APPENDICE - Frequenza di danno**

Impianto interno 1

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA

Circuito: QUADRO QP (QG)

FS Totale: 0,0198

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA

Circuito: QUADRO CDZ (QG)

FS Totale: 0,1311

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

Impianto interno 3

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA

Circuito: QUADRO PRIMO PIANO Q1 (QP)

FS Totale: 0,0198

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

Impianto interno 4

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA

Circuito: QUADRO SECONDO PIANO Q2.1 (QP)

FS Totale: 0,0198  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 5

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: QUADRO SECONDO PIANO Q2.2 (QP)  
FS Totale: 0,0198  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 6

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: QUADRO CENTRALE TERMICA QCT (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 7

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: QUADRO BOX QB (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 8

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: LUCE PIANO INTERRATO (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 9

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: LUCE DEPOSITO+CORPO DI GUARDIA (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 10

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA  
Circuito: LUCI INGRESSO+SCALE (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 11  
Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: LUCI ARCHIVIO+UFFICI (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 12  
Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE SCALE (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 13  
Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE UFFICIO PIANTONE (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 14  
Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: GRUPPO 1 PRESE UFFICI (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 15  
Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: GRUPPO 2 PRESE UFFICI (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 16

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: RACK DATI (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 17

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: LUCI ESTERNE (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 18

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: TVCC (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 19

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: CANCELLO VIA MAMELI (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 20

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: CANCELLO VIA LUINI (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 21

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE INTERRATO (QP)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

Impianto interno 22

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA

Circuito: CITOFONO (QP)

FS Totale: 0,1311

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

Impianto interno 23

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA

Circuito: CDZ UFFICIO (QP)

FS Totale: 0,1311

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

Impianto interno 24

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA

Circuito: GRUPPO LUCI 1 (Q1)

FS Totale: 0,1311

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

Impianto interno 25

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA

Circuito: GRUPPO LUCI 2 (Q1)

FS Totale: 0,1311

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

Impianto interno 26

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA

Circuito: LUCI SOTTOTETTO (Q1)

FS Totale: 0,1311

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

Impianto interno 27

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA

Circuito: PRESE RISTORO (Q1)

FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 28

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE UFFICIO 6 (Q1)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 29

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE UFFICIO 7 (Q1)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 30

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE UFFICIO 8 (Q1)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 31

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE UFFICIO 9 (Q1)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 32

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE UFFICIO 10 (Q1)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 33

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA  
Circuito: BAGNI (Q1)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 34  
Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: LUCI (Q2.1)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 35  
Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: BAGNI (Q2.1)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 36  
Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE UFFICIO 13 (Q2.1)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 37  
Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE UFFICIO 14 (Q2.1)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 38  
Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: LUCI (Q2.2)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 39

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: BAGNI (Q2.2)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 40

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE UFFICIO 11 (Q2.2)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 41

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE UFFICIO 12 (Q2.2)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 42

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: CAMERA (Q2.2)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 43

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: LUCI (QB)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5  
Circuito protetto: SI

Impianto interno 44

Zona: Struttura  
Linea: ENERGIA  
Circuito: PRESE 230V (QB)  
FS Totale: 0,1311  
Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

Impianto interno 45

Zona: Struttura

Linea: ENERGIA

Circuito: PRESE 400V (QB)

FS Totale: 0,1311

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

Impianto interno 46

Zona: Struttura

Linea: TP

Circuito: TP

FS Totale: 0,1311

Frequenza di danno tollerabile: 0,5

Circuito protetto: SI

## **APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi**

Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura  $AD = 6,26E-03 \text{ km}^2$

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura  $AM = 3,80E-01 \text{ km}^2$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura  $ND = 1,76E-02$

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura  $NM = 2,14E+00$

Linee elettriche

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

ENERGIA

$AL = 0,004000 \text{ km}^2$

$AI = 0,400000 \text{ km}^2$

TP

$AL = 0,004000 \text{ km}^2$

$AI = 0,400000 \text{ km}^2$

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

ENERGIA

$NL = 0,001124$

$NI = 0,112400$

TP

NL = 0,001124

NI = 0,112400

## APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta

Zona Z1: Struttura

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (QUADRO SECONDO PIANO Q2.1 (QP)) = 1,00E+00

PC (QUADRO SECONDO PIANO Q2.2 (QP)) = 1,00E+00

PC (QUADRO CENTRALE TERMICA QCT (QP)) = 1,00E+00

PC (QUADRO BOX QB (QP)) = 1,00E+00

PC (LUCE PIANO INTERRATO (QP)) = 1,00E+00

PC (LUCE DEPOSITO+CORPO DI GUARDIA (QP)) = 1,00E+00

PC (LUCI INGRESSO+SCALE (QP)) = 1,00E+00

PC (LUCI ARCHIVIO+UFFICI (QP)) = 1,00E+00

PC (PRESE SCALE (QP)) = 1,00E+00

PC (PRESE UFFICIO PIANTONE (QP)) = 1,00E+00

PC (GRUPPO 1 PRESE UFFICI (QP)) = 1,00E+00

PC (GRUPPO 2 PRESE UFFICI (QP)) = 1,00E+00

PC (RACK DATI (QP)) = 1,00E+00

PC (LUCI ESTERNE (QP)) = 1,00E+00

PC (TVCC (QP)) = 1,00E+00

PC (CANCELLO VIA MAMELI (QP)) = 1,00E+00

PC (CANCELLO VIA LUINI (QP)) = 1,00E+00

PC (PRESE INTERRATO (QP)) = 1,00E+00

PC (CITOFONO (QP)) = 1,00E+00

PC (CDZ UFFICIO (QP)) = 1,00E+00

PC (GRUPPO LUCI 1 (Q1)) = 1,00E+00

PC (GRUPPO LUCI 2 (Q1)) = 1,00E+00

PC (LUCI SOTTOTETTO (Q1)) = 1,00E+00

PC (PRESE RISTORO (Q1)) = 1,00E+00

PC (PRESE UFFICIO 6 (Q1)) = 1,00E+00

PC (PRESE UFFICIO 7 (Q1)) = 1,00E+00

PC (PRESE UFFICIO 8 (Q1)) = 1,00E+00

PC (PRESE UFFICIO 9 (Q1)) = 1,00E+00

PC (PRESE UFFICIO 10 (Q1)) = 1,00E+00

PC (BAGNI (Q1)) = 1,00E+00

PC (LUCI (Q2.1)) = 1,00E+00

PC (BAGNI (Q2.1)) = 1,00E+00

PC (PRESE UFFICIO 13 (Q2.1)) = 1,00E+00

PC (PRESE UFFICIO 14 (Q2.1)) = 1,00E+00

PC (LUCI (Q2.2)) = 1,00E+00

PC (BAGNI (Q2.2)) = 1,00E+00

PC (QUADRO QP (QG)) = 1,00E+00  
PC (QUADRO CDZ (QG)) = 1,00E+00  
PC (QUADRO PRIMO PIANO Q1 (QP)) = 1,00E+00  
PC (PRESE UFFICIO 11 (Q2.2)) = 1,00E+00  
PC (PRESE UFFICIO 12 (Q2.2)) = 1,00E+00  
PC (CAMERA (Q2.2)) = 1,00E+00  
PC (LUCI (QB)) = 1,00E+00  
PC (PRESE 230V (QB)) = 1,00E+00  
PC (PRESE 400V (QB)) = 1,00E+00  
PC (TP) = 1,00E+00  
PC = 1,00E+00  
PM (QUADRO SECONDO PIANO Q2.1 (QP)) = 8,00E-04  
PM (QUADRO SECONDO PIANO Q2.2 (QP)) = 8,00E-04  
PM (QUADRO CENTRALE TERMICA QCT (QP)) = 4,00E-02  
PM (QUADRO BOX QB (QP)) = 4,00E-02  
PM (LUCE PIANO INTERRATO (QP)) = 4,00E-02  
PM (LUCE DEPOSITO+CORPO DI GUARDIA (QP)) = 4,00E-02  
PM (LUCI INGRESSO+SCALE (QP)) = 4,00E-02  
PM (LUCI ARCHIVIO+UFFICI (QP)) = 4,00E-02  
PM (PRESE SCALE (QP)) = 4,00E-02  
PM (PRESE UFFICIO PIANTONE (QP)) = 4,00E-02  
PM (GRUPPO 1 PRESE UFFICI (QP)) = 4,00E-02  
PM (GRUPPO 2 PRESE UFFICI (QP)) = 4,00E-02  
PM (RACK DATI (QP)) = 4,00E-02  
PM (LUCI ESTERNE (QP)) = 4,00E-02  
PM (TVCC (QP)) = 4,00E-02  
PM (CANCELLO VIA MAMELI (QP)) = 1,00E-04  
PM (CANCELLO VIA LUINI (QP)) = 1,00E-04  
PM (PRESE INTERRATO (QP)) = 4,00E-02  
PM (CITOFONO (QP)) = 4,00E-02  
PM (CDZ UFFICIO (QP)) = 4,00E-02  
PM (GRUPPO LUCI 1 (Q1)) = 4,00E-02  
PM (GRUPPO LUCI 2 (Q1)) = 4,00E-02  
PM (LUCI SOTTOTETTO (Q1)) = 4,00E-02  
PM (PRESE RISTORO (Q1)) = 4,00E-02  
PM (PRESE UFFICIO 6 (Q1)) = 4,00E-02  
PM (PRESE UFFICIO 7 (Q1)) = 4,00E-02  
PM (PRESE UFFICIO 8 (Q1)) = 4,00E-02  
PM (PRESE UFFICIO 9 (Q1)) = 4,00E-02  
PM (PRESE UFFICIO 10 (Q1)) = 4,00E-02  
PM (BAGNI (Q1)) = 4,00E-02  
PM (LUCI (Q2.1)) = 4,00E-02  
PM (BAGNI (Q2.1)) = 4,00E-02  
PM (PRESE UFFICIO 13 (Q2.1)) = 4,00E-02  
PM (PRESE UFFICIO 14 (Q2.1)) = 4,00E-02  
PM (LUCI (Q2.2)) = 4,00E-02

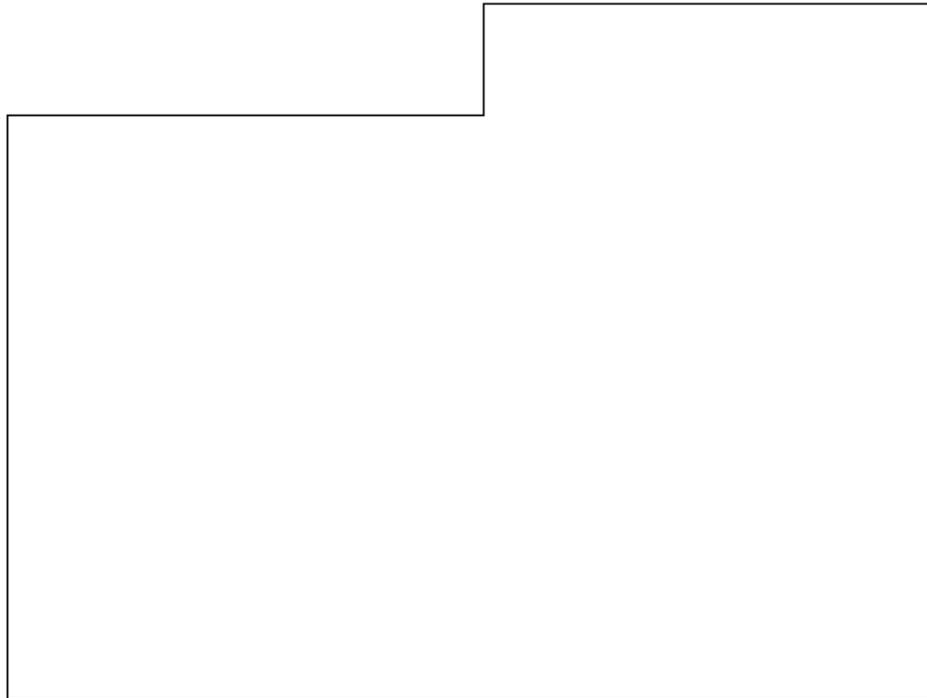
PM (BAGNI (Q2.2)) = 4,00E-02  
PM (QUADRO QP (QG)) = 8,00E-04  
PM (QUADRO CDZ (QG)) = 4,00E-02  
PM (QUADRO PRIMO PIANO Q1 (QP)) = 8,00E-04  
PM (PRESE UFFICIO 11 (Q2.2)) = 4,00E-02  
PM (PRESE UFFICIO 12 (Q2.2)) = 4,00E-02  
PM (CAMERA (Q2.2)) = 4,00E-02  
PM (LUCI (QB)) = 4,00E-02  
PM (PRESE 230V (QB)) = 4,00E-02  
PM (PRESE 400V (QB)) = 4,00E-02  
PM (TP) = 4,00E-02  
PM = 8,05E-01  
PU (QUADRO SECONDO PIANO Q2.1 (QP)) = 2,00E-02  
PV (QUADRO SECONDO PIANO Q2.1 (QP)) = 2,00E-02  
PW (QUADRO SECONDO PIANO Q2.1 (QP)) = 2,00E-02  
PZ (QUADRO SECONDO PIANO Q2.1 (QP)) = 2,00E-02  
PU (QUADRO SECONDO PIANO Q2.2 (QP)) = 2,00E-02  
PV (QUADRO SECONDO PIANO Q2.2 (QP)) = 2,00E-02  
PW (QUADRO SECONDO PIANO Q2.2 (QP)) = 2,00E-02  
PZ (QUADRO SECONDO PIANO Q2.2 (QP)) = 2,00E-02  
PU (QUADRO CENTRALE TERMICA QCT (QP)) = 2,00E-02  
PV (QUADRO CENTRALE TERMICA QCT (QP)) = 2,00E-02  
PW (QUADRO CENTRALE TERMICA QCT (QP)) = 1,00E+00  
PZ (QUADRO CENTRALE TERMICA QCT (QP)) = 1,00E+00  
PU (QUADRO BOX QB (QP)) = 2,00E-02  
PV (QUADRO BOX QB (QP)) = 2,00E-02  
PW (QUADRO BOX QB (QP)) = 1,00E+00  
PZ (QUADRO BOX QB (QP)) = 1,00E+00  
PU (LUCE PIANO INTERRATO (QP)) = 2,00E-02  
PV (LUCE PIANO INTERRATO (QP)) = 2,00E-02  
PW (LUCE PIANO INTERRATO (QP)) = 1,00E+00  
PZ (LUCE PIANO INTERRATO (QP)) = 1,00E+00  
PU (LUCE DEPOSITO+CORPO DI GUARDIA (QP)) = 2,00E-02  
PV (LUCE DEPOSITO+CORPO DI GUARDIA (QP)) = 2,00E-02  
PW (LUCE DEPOSITO+CORPO DI GUARDIA (QP)) = 1,00E+00  
PZ (LUCE DEPOSITO+CORPO DI GUARDIA (QP)) = 1,00E+00  
PU (LUCI INGRESSO+SCALE (QP)) = 2,00E-02  
PV (LUCI INGRESSO+SCALE (QP)) = 2,00E-02  
PW (LUCI INGRESSO+SCALE (QP)) = 1,00E+00  
PZ (LUCI INGRESSO+SCALE (QP)) = 1,00E+00  
PU (LUCI ARCHIVIO+UFFICI (QP)) = 2,00E-02  
PV (LUCI ARCHIVIO+UFFICI (QP)) = 2,00E-02  
PW (LUCI ARCHIVIO+UFFICI (QP)) = 1,00E+00  
PZ (LUCI ARCHIVIO+UFFICI (QP)) = 1,00E+00  
PU (PRESE SCALE (QP)) = 2,00E-02  
PV (PRESE SCALE (QP)) = 2,00E-02

PW (PRESE SCALE (QP)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE SCALE (QP)) = 1,00E+00  
PU (PRESE UFFICIO PIANTONE (QP)) = 2,00E-02  
PV (PRESE UFFICIO PIANTONE (QP)) = 2,00E-02  
PW (PRESE UFFICIO PIANTONE (QP)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE UFFICIO PIANTONE (QP)) = 1,00E+00  
PU (GRUPPO 1 PRESE UFFICI (QP)) = 2,00E-02  
PV (GRUPPO 1 PRESE UFFICI (QP)) = 2,00E-02  
PW (GRUPPO 1 PRESE UFFICI (QP)) = 1,00E+00  
PZ (GRUPPO 1 PRESE UFFICI (QP)) = 1,00E+00  
PU (GRUPPO 2 PRESE UFFICI (QP)) = 2,00E-02  
PV (GRUPPO 2 PRESE UFFICI (QP)) = 2,00E-02  
PW (GRUPPO 2 PRESE UFFICI (QP)) = 1,00E+00  
PZ (GRUPPO 2 PRESE UFFICI (QP)) = 1,00E+00  
PU (RACK DATI (QP)) = 2,00E-02  
PV (RACK DATI (QP)) = 2,00E-02  
PW (RACK DATI (QP)) = 1,00E+00  
PZ (RACK DATI (QP)) = 1,00E+00  
PU (LUCI ESTERNE (QP)) = 2,00E-02  
PV (LUCI ESTERNE (QP)) = 2,00E-02  
PW (LUCI ESTERNE (QP)) = 1,00E+00  
PZ (LUCI ESTERNE (QP)) = 1,00E+00  
PU (TVCC (QP)) = 2,00E-02  
PV (TVCC (QP)) = 2,00E-02  
PW (TVCC (QP)) = 1,00E+00  
PZ (TVCC (QP)) = 1,00E+00  
PU (CANCELLO VIA MAMELI (QP)) = 2,00E-02  
PV (CANCELLO VIA MAMELI (QP)) = 2,00E-02  
PW (CANCELLO VIA MAMELI (QP)) = 1,00E+00  
PZ (CANCELLO VIA MAMELI (QP)) = 1,00E+00  
PU (CANCELLO VIA LUINI (QP)) = 2,00E-02  
PV (CANCELLO VIA LUINI (QP)) = 2,00E-02  
PW (CANCELLO VIA LUINI (QP)) = 1,00E+00  
PZ (CANCELLO VIA LUINI (QP)) = 1,00E+00  
PU (PRESE INTERRATO (QP)) = 2,00E-02  
PV (PRESE INTERRATO (QP)) = 2,00E-02  
PW (PRESE INTERRATO (QP)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE INTERRATO (QP)) = 1,00E+00  
PU (CITOFONO (QP)) = 2,00E-02  
PV (CITOFONO (QP)) = 2,00E-02  
PW (CITOFONO (QP)) = 1,00E+00  
PZ (CITOFONO (QP)) = 1,00E+00  
PU (CDZ UFFICIO (QP)) = 2,00E-02  
PV (CDZ UFFICIO (QP)) = 2,00E-02  
PW (CDZ UFFICIO (QP)) = 1,00E+00  
PZ (CDZ UFFICIO (QP)) = 1,00E+00

PU (GRUPPO LUCI 1 (Q1)) = 2,00E-02  
PV (GRUPPO LUCI 1 (Q1)) = 2,00E-02  
PW (GRUPPO LUCI 1 (Q1)) = 1,00E+00  
PZ (GRUPPO LUCI 1 (Q1)) = 1,00E+00  
PU (GRUPPO LUCI 2 (Q1)) = 2,00E-02  
PV (GRUPPO LUCI 2 (Q1)) = 2,00E-02  
PW (GRUPPO LUCI 2 (Q1)) = 1,00E+00  
PZ (GRUPPO LUCI 2 (Q1)) = 1,00E+00  
PU (LUCI SOTTOTETTO (Q1)) = 2,00E-02  
PV (LUCI SOTTOTETTO (Q1)) = 2,00E-02  
PW (LUCI SOTTOTETTO (Q1)) = 1,00E+00  
PZ (LUCI SOTTOTETTO (Q1)) = 1,00E+00  
PU (PRESE RISTORO (Q1)) = 2,00E-02  
PV (PRESE RISTORO (Q1)) = 2,00E-02  
PW (PRESE RISTORO (Q1)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE RISTORO (Q1)) = 1,00E+00  
PU (PRESE UFFICIO 6 (Q1)) = 2,00E-02  
PV (PRESE UFFICIO 6 (Q1)) = 2,00E-02  
PW (PRESE UFFICIO 6 (Q1)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE UFFICIO 6 (Q1)) = 1,00E+00  
PU (PRESE UFFICIO 7 (Q1)) = 2,00E-02  
PV (PRESE UFFICIO 7 (Q1)) = 2,00E-02  
PW (PRESE UFFICIO 7 (Q1)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE UFFICIO 7 (Q1)) = 1,00E+00  
PU (PRESE UFFICIO 8 (Q1)) = 2,00E-02  
PV (PRESE UFFICIO 8 (Q1)) = 2,00E-02  
PW (PRESE UFFICIO 8 (Q1)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE UFFICIO 8 (Q1)) = 1,00E+00  
PU (PRESE UFFICIO 9 (Q1)) = 2,00E-02  
PV (PRESE UFFICIO 9 (Q1)) = 2,00E-02  
PW (PRESE UFFICIO 9 (Q1)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE UFFICIO 9 (Q1)) = 1,00E+00  
PU (PRESE UFFICIO 10 (Q1)) = 2,00E-02  
PV (PRESE UFFICIO 10 (Q1)) = 2,00E-02  
PW (PRESE UFFICIO 10 (Q1)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE UFFICIO 10 (Q1)) = 1,00E+00  
PU (BAGNI (Q1)) = 2,00E-02  
PV (BAGNI (Q1)) = 2,00E-02  
PW (BAGNI (Q1)) = 1,00E+00  
PZ (BAGNI (Q1)) = 1,00E+00  
PU (LUCI (Q2.1)) = 2,00E-02  
PV (LUCI (Q2.1)) = 2,00E-02  
PW (LUCI (Q2.1)) = 1,00E+00  
PZ (LUCI (Q2.1)) = 1,00E+00  
PU (BAGNI (Q2.1)) = 2,00E-02  
PV (BAGNI (Q2.1)) = 2,00E-02

PW (BAGNI (Q2.1)) = 1,00E+00  
PZ (BAGNI (Q2.1)) = 1,00E+00  
PU (PRESE UFFICIO 13 (Q2.1)) = 2,00E-02  
PV (PRESE UFFICIO 13 (Q2.1)) = 2,00E-02  
PW (PRESE UFFICIO 13 (Q2.1)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE UFFICIO 13 (Q2.1)) = 1,00E+00  
PU (PRESE UFFICIO 14 (Q2.1)) = 2,00E-02  
PV (PRESE UFFICIO 14 (Q2.1)) = 2,00E-02  
PW (PRESE UFFICIO 14 (Q2.1)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE UFFICIO 14 (Q2.1)) = 1,00E+00  
PU (LUCI (Q2.2)) = 2,00E-02  
PV (LUCI (Q2.2)) = 2,00E-02  
PW (LUCI (Q2.2)) = 1,00E+00  
PZ (LUCI (Q2.2)) = 1,00E+00  
PU (BAGNI (Q2.2)) = 2,00E-02  
PV (BAGNI (Q2.2)) = 2,00E-02  
PW (BAGNI (Q2.2)) = 1,00E+00  
PZ (BAGNI (Q2.2)) = 1,00E+00  
PU (QUADRO QP (QG)) = 2,00E-02  
PV (QUADRO QP (QG)) = 2,00E-02  
PW (QUADRO QP (QG)) = 2,00E-02  
PZ (QUADRO QP (QG)) = 2,00E-02  
PU (QUADRO CDZ (QG)) = 2,00E-02  
PV (QUADRO CDZ (QG)) = 2,00E-02  
PW (QUADRO CDZ (QG)) = 1,00E+00  
PZ (QUADRO CDZ (QG)) = 1,00E+00  
PU (QUADRO PRIMO PIANO Q1 (QP)) = 2,00E-02  
PV (QUADRO PRIMO PIANO Q1 (QP)) = 2,00E-02  
PW (QUADRO PRIMO PIANO Q1 (QP)) = 2,00E-02  
PZ (QUADRO PRIMO PIANO Q1 (QP)) = 2,00E-02  
PU (PRESE UFFICIO 11 (Q2.2)) = 2,00E-02  
PV (PRESE UFFICIO 11 (Q2.2)) = 2,00E-02  
PW (PRESE UFFICIO 11 (Q2.2)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE UFFICIO 11 (Q2.2)) = 1,00E+00  
PU (PRESE UFFICIO 12 (Q2.2)) = 2,00E-02  
PV (PRESE UFFICIO 12 (Q2.2)) = 2,00E-02  
PW (PRESE UFFICIO 12 (Q2.2)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE UFFICIO 12 (Q2.2)) = 1,00E+00  
PU (CAMERA (Q2.2)) = 2,00E-02  
PV (CAMERA (Q2.2)) = 2,00E-02  
PW (CAMERA (Q2.2)) = 1,00E+00  
PZ (CAMERA (Q2.2)) = 1,00E+00  
PU (LUCI (QB)) = 2,00E-02  
PV (LUCI (QB)) = 2,00E-02  
PW (LUCI (QB)) = 1,00E+00  
PZ (LUCI (QB)) = 1,00E+00

PU (PRESE 230V (QB)) = 2,00E-02  
PV (PRESE 230V (QB)) = 2,00E-02  
PW (PRESE 230V (QB)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE 230V (QB)) = 1,00E+00  
PU (PRESE 400V (QB)) = 2,00E-02  
PV (PRESE 400V (QB)) = 2,00E-02  
PW (PRESE 400V (QB)) = 1,00E+00  
PZ (PRESE 400V (QB)) = 1,00E+00  
PU (TP) = 1,00E+00  
PV (TP) = 1,00E+00  
PW (TP) = 1,00E+00  
PZ (TP) = 1,00E+00

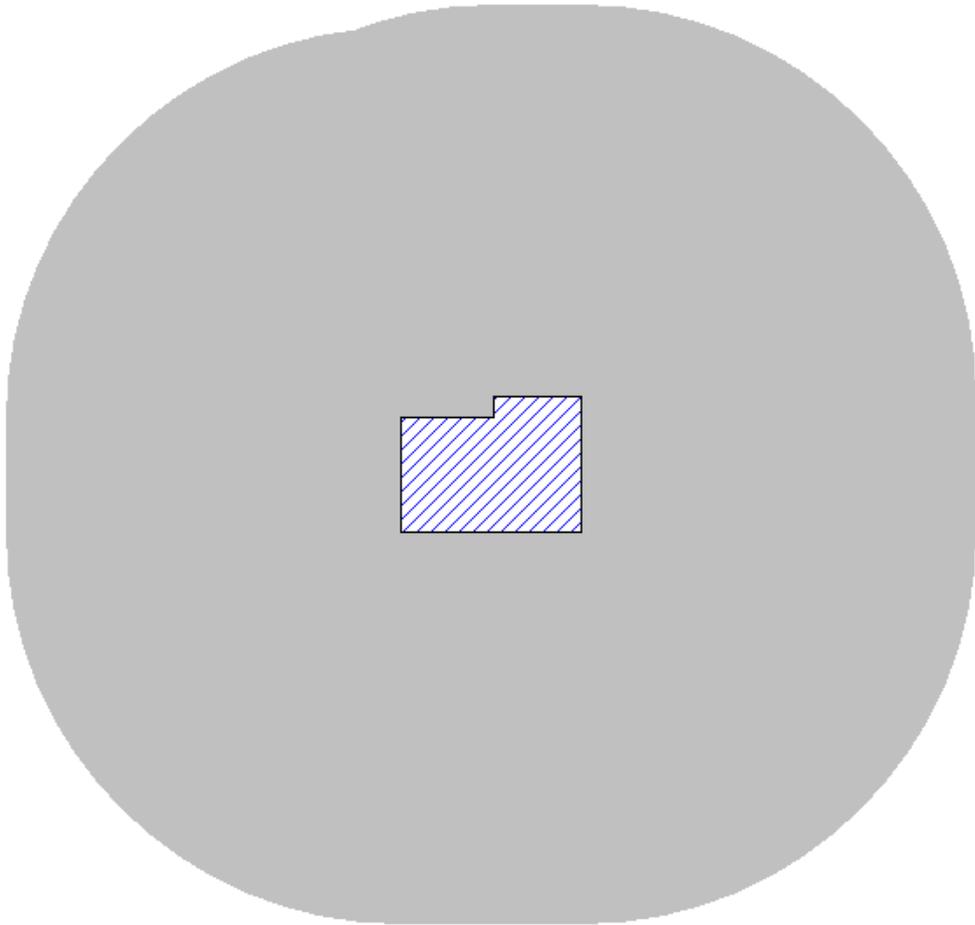


  
Scala: 2 m

Hmax: 12 m

### **Allegato - Disegno della struttura**

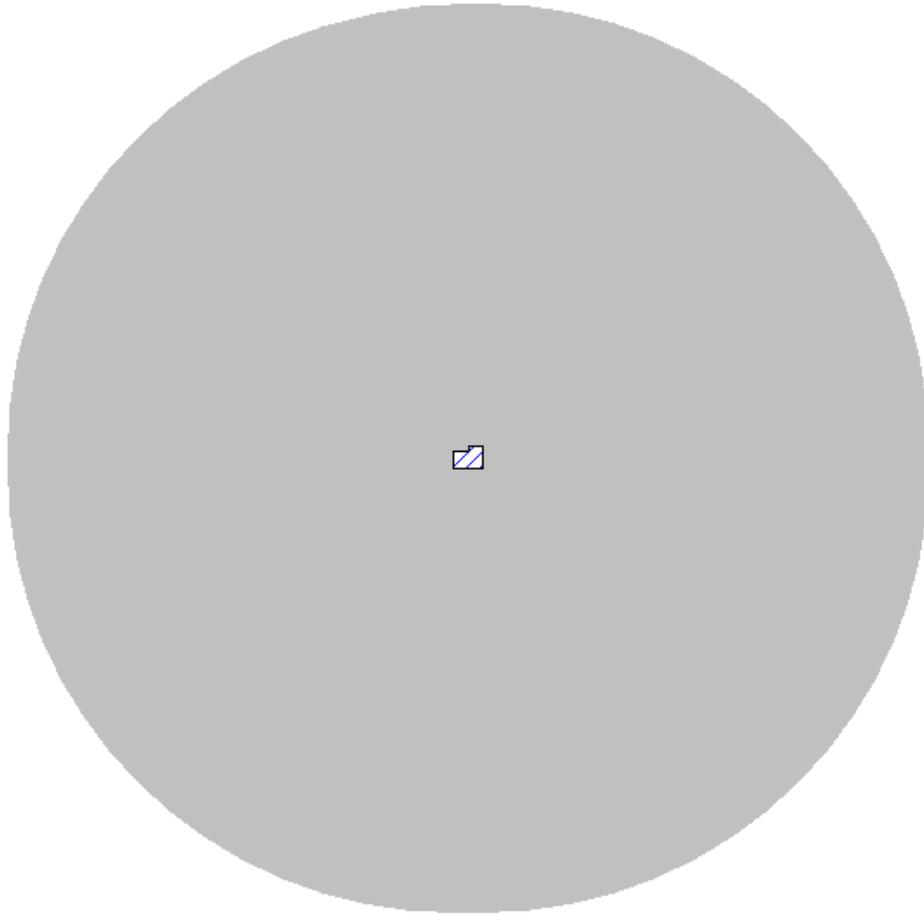
Committente: Comune di Seregno  
Descrizione struttura: Sede Guardia di Finanza  
Indirizzo: Via Goffredo Mameli, 34  
Comune: Seregno  
Provincia: MB



**Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD**

Area di raccolta AD (km<sup>2</sup>) = 6,26E-03

Committente: Comune di Seregno  
Descrizione struttura: Sede Guardia di Finanza  
Indirizzo: Via Goffredo Mameli, 34  
Comune: Seregno  
Provincia: MB



**Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM**

Area di raccolta AM (km<sup>2</sup>) = 3,80E-01

Committente: Comune di Seregno  
Descrizione struttura: Sede Guardia di Finanza  
Indirizzo: Via Goffredo Mameli, 34  
Comune: Seregno  
Provincia: MB



## VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 5,62 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

### POSIZIONE

Latitudine: **45,650262° N**

Longitudine: **9,195295° E**

### INFORMAZIONI

- Il valore di  $N_G$  è riferito alle coordinate geografiche fornite dall'utente (latitudine e longitudine, formato WGS84). E' responsabilità dell'utente verificare l'affidabilità degli strumenti utilizzati per la rilevazione delle coordinate stesse, ivi inclusi la precisione e l'accuratezza di eventuali rilevatori GPS utilizzati per rilevazioni sul campo.
- I valori di  $N_G$  derivano da rilevazioni ed elaborazioni effettuate secondo lo stato dell'arte della tecnologia e delle conoscenze tecnico-scientifiche in materia.
- Il valore di  $N_G$  dipende dalle coordinate inserite. In uno stesso Comune si possono avere più valori di  $N_G$ .
- Piccole variazioni delle coordinate possono portare a valori diversi di  $N_G$  a causa della natura discreta della mappa ceramica.
- I dati forniti da TNE srl possiedono le caratteristiche indicate dalla norma CEI EN IEC 62858 per essere utilizzati nella analisi del rischio prevista dalla norma CEI EN 62305-2.
- I valori di  $N_G$  forniti sono di proprietà di TNE srl. Senza il consenso scritto da parte della TNE, è vietata la raccolta e la divulgazione dei suddetti dati, anche a titolo gratuito, sotto qualsiasi forma e con qualsiasi mezzo.

### VALIDITA' TEMPORALE

- Il valore di  $N_G$  riportato sul presente attestato, in accordo con la norma CEI EN IEC 62858, art. 4.3, dovrà essere rivalutato a partire dal 1° gennaio 2029.

Data 07/03/2024

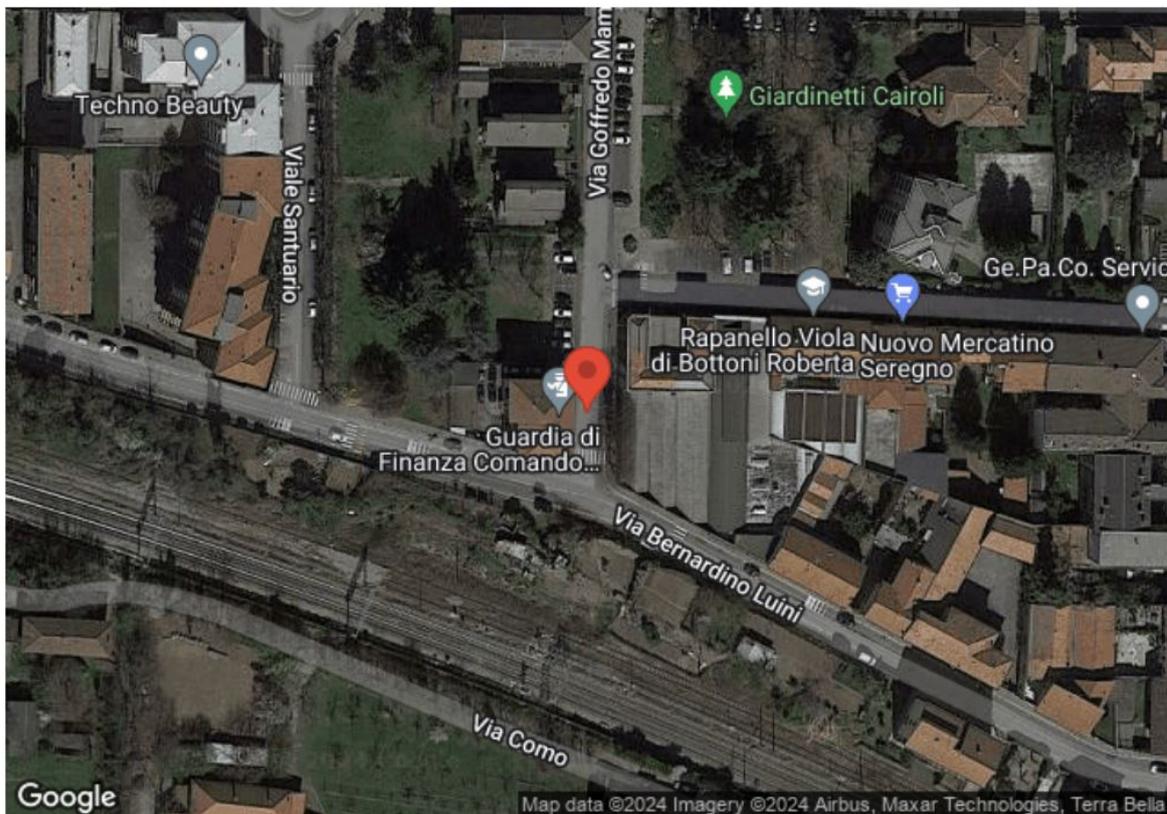


### Coordinate in formato decimale (WGS84)

**Indirizzo:** Via Goffredo Mameli, 34, 20831 Seregno MB, Italia

**Latitudine:** 45,650262

**Longitudine:** 9,195295



**13 TABELLA RIASSUNTIVA DEI VALORI DI DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO**

<b>Linea</b>	<b>V<sub>n</sub> a 50 Hz</b>	<b>Cavo</b>	<b>S</b>	<b>L</b>	<b>I<sub>z</sub></b>	<b>K<sup>2</sup>S<sup>2</sup></b>	<b>ΔV/ΔV%</b>	<b>M/D/MD/F</b>	<b>I<sub>n</sub></b>	<b>I<sub>CCF</sub></b>
MONTANTE AL QUADRO PRINCIPALE QP (QG)	400	FG16R16	4(1x25)	30	100	12780625	3,18/0,79	MD	80	8,4
MONTANTE AL QUADRO CDZ (QG)	400	FS17	16	2	68	3385600	0,26/0,06	MD	63	9,6
MONTANTE QUADRO PRIMO PIANO Q1 (QP)	400	FS17	6	20	36	476100	3,85/0,96	MD	25	3,6
MONTANTE QUADRO SECONDO PIANO Q2.1 (QP)	230	FS16	6	18	36	476100	2,86/1,24	MD	25	2,1
MONTANTE QUADRO SECONDO PIANO Q2.2 (QP)	230	FS16	6	22	36	476100	3,49/1,52	MD	25	2,1
MONTANTE QUADRO CENTRALE TERMICA QCT (QP)	400	FS17	6	25	36	476100	3,43/0,86	MD	25	2,6
MONTANTE QUADRO BOX QB (QP)	400	FG16OR16	5x4	30	35	327184	4,91/1,23	MD	20	1,8
LUCE PIANO INTERRATO (QP)	230	FS17	1,5	20	15,5	29756	5,07/2,20	MD	10	0,6

LUCE DEPOSITO+CORPO DI GUARDIA (QP)	230	FS17	1,5	15	15,5	29756	3,80/1,65	MD	10	0,6
LUCE INGRESSO+SCALE (QP)	230	FS17	1,5	15	15,5	29756	3,80/1,65	MD	10	0,6
LUCI ARCHIVIO+UFFICI (QP)	230	FS17	1,5	20	15,5	29756	5,07/2,20	MD	10	<0,6
PRESE SCALE (QP)	230	FS17	2,5	20	21	82656	4,88/2,12	MD	16	1
PRESE UFFICIO PIANTONE (QP)	230	FS17	2,5	10	21	82656	2,44/1,06	MD	16	1,4
GRUPPO 1 PRESE UFFICI (QP)	230	FS17	2,5	20	21	82656	4,88/2,12	MD	16	1
GRUPPO 2 PRESE UFFICI (QP)	230	FS17	2,5	20	21	82656	4,88/2,12	MD	16	1
RACK DATI (QP)	230	FS17	2,5	10	21	82656	2,44/1,06	MD	16	1,4
LUCI ESTERNE (QP)	230	FG16OR16	3x1,5	50	19	46010	1,58/0,69	MD	10	<0,6
TVCC (QP)	230	FS17	1,5	5	15,5	29756	1,27/0,55	MD	10	2,1
CANCELLO VIA MAMELI (QP)	230	FG16OR16	3x1,5	15	19	46010	3,80/1,65	MD	10	0,6
CANCELLO VIA LUINI (QP)	230	FG16OR16	3x1,5	30	19	46010	7,60/3,30	MD	10	<0,6

PRESE INTERRATO (QP)	230	FS17	2,5	20	21	82656	4,88/2,12	MD	16	1
CITOFONO (QP)	230	FS17	1,5	5	15,5	29756	1,27/0,55	MD	10	2,1
CDZ UFFICIO (QP)	230	FS17	2,5	15	21	82656	3,66/1,59	MD	16	1
GRUPPO LUCI 1 (Q1)	230	FS17	1,5	15	15,5	29756	3,81/1,65	MD	10	0,6
GRUPPO LUCI 2 (Q1)	230	FS17	1,5	15	15,5	29756	3,81/1,65	MD	10	0,6
LUCI SOTTOTETTO (Q1)	230	FS17	1,5	15	15,5	29756	3,81/1,65	MD	10	0,6
PRESE RISTORO (Q1)	230	FS17	2,5	10	21	82656	2,44/1,06	MD	16	1,4
PRESE UFFICIO 6 (Q1)	230	FS17	2,5	10	21	82656	2,44/1,06	MD	16	1,4
PRESE UFFICIO 7 (Q1)	230	FS17	2,5	15	21	82656	3,66/1,59	MD	16	1
PRESE UFFICIO 8 (Q1)	230	FS17	2,5	10	21	82656	2,44/1,06	MD	16	1,4
PRESE UFFICIO 9 (Q1)	230	FS17	2,5	20	21	82656	4,88/2,12	MD	16	1
PRESE UFFICIO 10 (Q1)	230	FS17	2,5	20	21	82656	4,88/2,12	MD	16	1
BAGNI (Q1)	230	FS17	1,5	15	15,5	29756	3,81/1,65	MD	10	0,6
LUCI (Q2.1)	230	FS17	1,5	15	15,5	29756	3,81/1,65	MD	10	0,6

BAGNI (Q2.1)	230	FS17	1,5	15	15,5	29756	3,81/1,65	MD	10	0,6
PRESE UFFICIO 13 (Q2.1)	230	FS17	2,5	15	21	82656	3,66/1,59	MD	16	1
PRESE UFFICIO 14 (Q2.1)	230	FS17	2,5	15	21	82656	3,66/1,59	MD	16	1
LUCI (Q2.2)	230	FS17	1,5	15	15,5	29756	3,81/1,65	MD	10	0,6
BAGNI (Q2.2)	230	FS17	1,5	15	15,5	29756	3,81/1,65	MD	10	0,6
PRESE UFFICIO 11 (Q2.2)	230	FS17	2,5	15	21	82656	3,66/1,59	MD	16	1
PRESE UFFICIO 12 (Q2.2)	230	FS17	2,5	15	21	82656	3,66/1,59	MD	16	1
CAMERA (Q2.2)	230	FS17	2,5	15	21	82656	3,66/1,59	MD	16	1
LUCI (QB)	230	FS17	1,5	15	15,5	29756	3,81/1,65	MD	10	0,6
PRESE 230V (QB)	230	FS17	2,5	15	21	82656	3,66/1,59	MD	16	1
PRESE 400V (QB)	400	FS17	2,5	2	21	82656	0,42/0,10	MD	16	5

- **V<sub>n</sub>**: tensione nominale linea [V]
- **Cavo**: sigla del cavo
- **S**: sezione del cavo [mm<sup>2</sup>]
- **L**: lunghezza della linea [m]
- **I<sub>z</sub>**: portata di corrente del cavo [A]
- **K<sup>2</sup>S<sup>2</sup>**: energia specifica passante del cavo [A<sup>2</sup>s]

- $\Delta V/\Delta V\%$ : caduta di tensione e caduta di tensione percentuale della linea [V/%]
- **M/MD/D/F**: tipologia del dispositivo a protezione della linea (Interruttore Magnetotermico, Magnetotermico-Differenziale, Differenziale e Fusibile)
- **I<sub>n</sub>**: corrente nominale del dispositivo di protezione della linea [A]
- **I<sub>CCF</sub>**: corrente di cortocircuito a fine linea [kA]