



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero dell'Istruzione



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA



Provincia di Mantova  
**COMUNE DI ROVERBELLA**

Via Solferino e San Martino, 1

#### OGGETTO

**MISSIONE 4 - ISTRUZIONE E RICERCA - COMPONENTE 1 - POTENZIAMENTO DELL'OFFERTA DEI SERVIZI DI ISTRUZIONE: DAGLI ASILI NIDO ALLE UNIVERSITÀ - INVESTIMENTO 3.3 "PIANO DI MESSA IN SICUREZZA E RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA SCOLASTICA", FINANZIAMENTO DALL'UNIONE EUROPEA - NEXT GENERATION - EU**

**PROGETTO ESECUTIVO PER GLI INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA ED EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DELLA SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO UBICATA IN VIA TRENTO E TRIESTE N.2 NEL COMUNE DI ROVERBELLA (MN)**



#### N° ELABORATO

**RE01**

#### ELABORATO

**RELAZIONE IMPIANTI ELETTRICI**

#### COMMITTENTE

**COMUNE DI ROVERBELLA**

Via Solferino e San Martino 1

#### PROGETTISTA

**ING. SIMONE QUAGLIA**

Strutture & Progetti Ingegneria



**CODIFICA:** PE\_021-23\_RE01.1

REV	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	VERIFICATO
0	16.06.2023	Prima emissione	G.P.	S.Q.
1	27.07.2023	Seconda emissione – aggiornamento per verifica	G.P.	S.Q.



**STRUTTURE  
& PROGETTI  
INGEGNERIA**

Via Monte Baldo, 10 - c/o Airport Center – Edificio 2  
37069 Villafranca di Verona (VR)  
T. (+39) 045 861 9343 F. (+39) 045 861 8392  
mail [info@struttureprogetti.it](mailto:info@struttureprogetti.it)  
web [www.struttureprogetti.it](http://www.struttureprogetti.it)

 <p><b>STRUTTURE &amp; PROGETTI INGEGNERIA</b></p>	 <p><b>Finanziato dall'Unione europea</b> NextGenerationEU</p>	<div>  <p><i>Ministero dell'Istruzione</i></p> </div> <div>  <p><b>Italyadomani</b> <small>PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA</small></p> </div>	
---	---	--	--

## Sommario

1.0	PREMESSA .....	6
1.1.	REQUISITI DITTA INSTALLATRICE IMPIANTO ELETTRICO .....	6
2.0	OPERE DA REALIZZARE .....	6
3.0	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	6
4.0	NUOVA ILLUMINAZIONE A LED .....	9
4.1.	Aule Didattiche .....	9
4.2.	Corridoio.....	10
4.3.	Servizi igienici.....	10
4.4.	Vani scale.....	10
4.5.	Deposito, disimpegni .....	10
4.6.	Ingresso .....	10
5.0	IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	10
6.0	CENTRALE TERMICA .....	10
7.0	NUOVO QUADRO ELETTRICO "Q0" CONTATORI.....	10
7.1.	NUOVO QUADRO "QE.CT" CENTRALE TERMICA.....	11
8.0	TIPO DI FORNITURA.....	11
9.0	ENERGIA DI RISERVA .....	11
10.0	CORRENTI DI CORTO CIRCUITO .....	11
11.0	CADUTE DI TENSIONE.....	11
12.0	COMPONENTI .....	12
13.0	SEZIONAMENTO.....	12
14.0	INTERRUTTORI AUTOMATICI.....	12
15.0	INTERRUTTORI DIFFERENZIALI.....	13
16.0	SENSO DI MANOVRA DEGLI INTERRUTTORI .....	13
17.0	ENTRA ESCI.....	13
18.0	GUAINE .....	13
19.0	GIUNZIONI E DERIVAZIONI.....	14
20.0	PRESSATUBI E PRESSACAVI.....	14
21.0	CAVIDOTTI INTERRATI .....	14
22.0	CAVI E CONDUTTORI.....	14
23.0	COLORAZIONE DEI CONDUTTORI.....	15
24.0	SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI.....	16

25.0	COMANDO DI EMERGENZA GENERALE SCUOLA .....	16
26.0	COMANDO DI EMERGENZA CENTRALE TERMICA .....	16
27.0	PROTEZIONE DA CONTATTI DIRETTI.....	17
28.0	PROTEZIONE DA CONTATTI INDIRETTI .....	17
29.0	VERIFICHE E DOCUMENTAZIONE FINALE .....	17
30	PROBABILITA' DI FULMINAZIONE .....	18
30.1	– CONTENUTO DEL DOCUMENTO.....	18
30.2	NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO .....	18
30.3	INDIVIDUAZIONE DELLA STRUTTURA DA PROTEGGERE .....	18
30.4	DATI INIZIALI .....	18
30.4.1	Densità annua di fulmini a terra .....	18
30.4.2	Dati relativi alla struttura .....	19
30.4.3	Dati relativi alle linee elettriche esterne.....	19
30.4.4	Definizione e caratteristiche delle zone .....	19
30.5	CALCOLO DELLE AREE DI RACCOLTA DELLA STRUTTURA E DELLE LINEE ELETTRICHE ESTERNE .....	19
30.6	VALUTAZIONE DEI RISCHI.....	20
30.7	SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE .....	20
30.8	CONCLUSIONI .....	21
30.9	APPENDICI.....	22
30.9.1	APPENDICE - Caratteristiche della struttura.....	22
30.9.2	APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche .....	22
30.9.3	APPENDICE - Caratteristiche delle zone .....	22
30.9.4	APPENDICE - Frequenza di danno .....	24
30.9.5	APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi.....	24
30.10	APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non protetta .....	25
30.11	Allegato - Disegno della struttura .....	26
30.12	Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD .....	27
30.13	Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM .....	28
30.14	Valore NG.....	29

30.15	Coordinate ubicazione fabbricato.....	30
31.0	CLASSIFICAZIONE CENTRALE TERMICA.....	31
	Dati generali dell'impianto.....	31
31.1	Descrizione della centrale termica .....	31
31.2	Norma CEI EN 60079-10-1 e Guida CEI 31-35 .....	31
31.3	Caratteristiche dell'ambiente esterno alla centrale termica .....	31
31.4	Caratteristiche del locale centrale termica .....	31
31.5	Pericolo di esplosione.....	32
31.6	Alimentazione elettrica della centrale termica .....	33
31.7	Conclusioni.....	33
32.0	DIMENSIONAMENTO LINEE.....	34

## 1.0 PREMESSA

La presente relazione tecnica ha come oggetto interventi di efficientamento energetico, relativi a:

- Nuova illuminazione a Led
- Realizzazione di un impianto fotovoltaico
- Allacciamento nuova pompa di calore centrale termica

Tale scuola rientra nel campo di applicazione del D.M. 07/08/17 (disposizioni di prevenzione incendi riguardanti edifici o locali adibiti ad attività scolastica di ogni ordine, grado e tipo, collegi e accademie, con affollamento superiore a 100 occupanti); nella fattispecie trattasi di una scuola secondaria di I° grado, con numero di massimo di persone presenti pari a 250.

Per tarature, tipologia di apparecchiature e dotazioni dell'impianti si fa riferimento alle planimetrie e schemi elettrici allegati.

### 1.1. REQUISITI DITTA INSTALLATRICE IMPIANTO ELETTRICO

Per la realizzazione e certificazione dell'impianto elettrico la ditta installatrice dovrà possedere i requisiti lettera "A" del D.M. 37/08.

Lettera "A" impianti di produzione, trasformazione, trasporto, distribuzione, utilizzazione dell'energia elettrica, impianti di protezione contro le scariche atmosferiche, nonché' gli impianti per l'automazione di porte, cancelli e barriere.

Per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico la ditta dovrà possedere inoltre certificato FER (fonti energie rinnovabili)

## 2.0 OPERE DA REALIZZARE

Le opere da realizzare sono:

- Nuovo quadro zona contatori denominato "Q0"
- Nuovo quadro centrale termica "QE.CT"
- Nuovo quadro impianto fotovoltaico "QE.FTV"
- Sostituzione lampade esistenti a fluorescenza con lampade a LED
- Allaccio pompa di calore centrale termica
- Impianto fotovoltaico

## 3.0 RIFERIMENTI NORMATIVI

**D.lgs. 9/4/08 n.81**

TESTO UNICO sulla salute e sicurezza sul lavoro e succ. mod. e int.

**D.lgs. 3/8/09 n.106**

Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

**Legge 186/68**

Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.

#### **DPR 151 01/08/11**

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.

#### **D.lgs. 22/01/08 n. 37**

Regolamento concernente l'attuazione dell'art. 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.

#### **CEI 64-8**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.

##### **CEI 64-8/1**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 1: oggetto, scopo e principi fondamentali.

##### **CEI 64-8/2**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 2: definizioni.

##### **CEI 64-8/3**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 3: caratteristiche generali.

##### **CEI 64-8/4**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 4: prescrizioni per la sicurezza.

##### **CEI 64-8/5**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 5: scelta ed installazione dei componenti elettrici.

##### **CEI 64-8/6**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 6: verifiche.

##### **CEI 64-8/7**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: ambienti ed applicazioni particolari.

#### **CEI 64-8; V1**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Contiene modifiche ad alcuni articoli nonché correzioni di inesattezze riscontrate in alcune Parti della Norma CEI 64-8.

#### **CEI 64-8; V2**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a

1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. La

Variante si è resa necessaria in seguito alla pubblicazione di nuovi documenti CENELEC della serie HD 60364.

#### **CEI 64-8; V3**

Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.

Contiene il nuovo Allegato A della Parte 3: "Ambienti residenziali – Prestazioni dell'impianto" e modifiche ad alcuni articoli della Norma CEI 64-8 in seguito al contenuto dell'Allegato A.

#### **CEI 64-50**

Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici.

#### **CEI 11-17**

Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.

#### **CEI 0-2**

Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.

#### **CEI 31-30**

Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas.  
Parte 10: classificazione dei luoghi pericolosi

#### **CEI 31-33**

Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas.  
Parte 14: impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).

#### **CEI 31-35**

Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas.  
Guida all'applicazione della Norma CEI EN 60079-10 (CEI 31-30).  
Classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas, vapori o nebbie infiammabili.

#### **CEI 0-10**

Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.

#### **CEI 81-10/1**

Protezione contro i fulmini. Principi generali.

#### **CEI 81-10/2**

Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio.

#### **CEI 81-10/3**

Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone.

#### **CEI 81-10/4**

Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture.



**CEI-UNEL 35026**

Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico  
Per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in  
corrente continua.

Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.

**CEI-UNEL 35024/1**

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.

**CEI-UNEL 35023**

Cavi per energia isolati in gomma o con materiale termoplastico  
aventi grado di isolamento non superiore a 4. Cadute di tensione.

**CEI 3-50**

Segni grafici da utilizzare sulle apparecchiature. Parte 2: Segni originali.

**CEI 11-25**

Correnti di cortocircuito nei sistemi trifase in corrente alternata.

Parte 0: calcolo delle correnti.

**CEI 0-21**

Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici  
di energia elettrica.

**Decreto CAM 23/06/2022**

Criteri ambientali minimi per l'affidamento del servizio di progettazione di interventi edilizi, per l'affidamento dei  
lavori per interventi edilizi e per l'affidamento congiunto di progettazione e lavori per interventi edilizi.

**Altri riferimenti:**

dovranno essere inoltre rispettate tutte le leggi e le norme vigenti in materia, anche se non espressamente  
richiamate e le prescrizioni di Autorità Locali, VV.F., ente distributore di energia elettrica, Impresa telefonica,  
ISPESL, ASL, ecc.

Altre norme e/o disposizioni legislative inerenti all'esecuzione degli impianti oggetto del presente progetto  
dovranno comunque essere rispettate, anche se non espressamente richiamate e indicate nei vari elaborati.

## **4.0 NUOVA ILLUMINAZIONE A LED**

È previsto la rimozione delle vecchie lampade a fluorescenza e a incandescenza con nuove lampade a LED  
con CRI 90 efficienza A++ e L80/B10 >50.000h.

In questo intervento non viene messo mano all'impianto elettrico ma rimane con comandi tradizionali.

Per il dimensionamento dei livelli di illuminamento è stata considerata la UNI EN 12464.

### **4.1. Aule Didattiche**

L'illuminamento medio garantito non sarà inferiore ai 300lux e 500 Lux nella zona lavagna.

## 4.2. Corridoio

L'illuminamento medio non sarà inferiore ai 100lux.

## 4.3. Servizi igienici

L'illuminamento medio garantito non sarà inferiore ai 200lux.

## 4.4. Vani scale

L'illuminamento medio garantito non sarà inferiore ai 150lux.

## 4.5. Deposito, disimpegni

L'illuminamento medio garantito non sarà inferiore ai 100lux.

## 4.6. Ingresso

L'illuminamento medio garantito non sarà inferiore ai 200lux.

# 5.0 IMPIANTO FOTOVOLTAICO

È prevista la realizzazione di un impianto fotovoltaico, della potenza di 40,33kW posizionato in modo complanare alla falda e fissato su lamiera grecata predisposta in copertura e funzionerà in regime di scambio sul posto.

Il campo solare sarà collegato a due inverter, ogni pannello sarà munito di un ottimizzatore che permetterà sempre la massima efficienza del campo solare e garantendo maggior sicurezza agli operatori in quanto alla fine di ogni stringa non si saranno presenti tensioni elevate in quanto l'inverter per ogni pannello collegato fornisce 1Volt alla mancanza della rete AC.

L'adozione degli ottimizzatori permette inoltre di individuare più facilmente il pannello che presenta problemi o bassa producibilità.

È prevista l'installazione anche di un "Meter" che permette di conoscere la produzione del fotovoltaico, il consumo della scuola, l'energia immessa in rete e l'autoconsumo della scuola.

Tutto il sistema verrà connesso in rete e visibile attraverso smartphone, tablet o PC.

Tutti i dettagli come potenza, producibilità ecc. sono riportate nella relazione specialista dedicata al fotovoltaico.

# 6.0 CENTRALE TERMICA

L'intervento in centrale termica prevede l'installazione di un nuovo quadro elettrico che diventerà generale per tutti gli impianti della centrale termica, a valle del quale verrà collegato il quadro elettrico esistente e verrà alimentata la nuova pompa di calore.

Esternamente alla centrale termica è previsto il pulsante di sgancio elettrico della centrale termica.

L'impianto interno alla centrale termica non subirà nessuna modifica.

# 7.0 NUOVO QUADRO ELETTRICO "Q0" CONTATORI

Immediatamente a valle del contatore verrà installato un nuovo quadro elettrico denominato "Q0" dal quale partirà la nuova linea che serve il nuovo quadro centrale termica, nuovi interruttori a servizio del quadro fotovoltaico e verranno recuperati gli interruttori esistenti che alimentano la scuola.

È previsto un circuito di sgancio generale scuola di emergenza realizzato con bobina a lancio di corrente che agisce su un interruttore generale scuola e un circuito di sgancio per pulsante di sgancio quadro centrale termica.

La carpenteria del quadro dovrà essere in materiale termoindurente con grado di protezione minimo IP40 e doppio isolamento.

È prevista la protezione contro le sovratensioni con l'installazione di SPD del tipo spinterometrici.

Per tarature e caratteristiche delle apparecchiature si fa riferimento allo schema elettrico allegato.

## 7.1. NUOVO QUADRO "QE.CT" CENTRALE TERMICA

Nel nuovo quadro denominato "QE.CT" partiranno due linee elettriche una per alimentare la nuova pompa di calore e una linea che alimenterà il quadro elettrico esistente che diventerà un sottoquadro.

Non ci saranno lavori sull'impianto elettrico esistente.

Per tarature e caratteristiche delle apparecchiature si fa riferimento allo schema elettrico allegato.

non sarà inferiore ai 300lux.

## 8.0 TIPO DI FORNITURA

La fornitura da parte del gestore di rete avviene in bassa tensione con gruppo di misura centralizzato.

In relazione alla distribuzione dell'energia elettrica all'utenza finale si classifica secondo la CEI0-21 la fornitura elettrica nel seguente modo:

Sistema	TT
Tensione nominale	230/400V
Frequenza	50 Hz
Icc	15kA

## 9.0 ENERGIA DI RISERVA

Non prevista

## 10.0 CORRENTI DI CORTO CIRCUITO

Gli interruttori chiamati a interrompere questo tipo di corrente devono garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la nota relazione  $I^2t \geq Ks^2$ .

In questo specifico cavo visto la tipologia della fornitura ENEL in "BT" si prevede una corrente di corto circuito simmetrica trifase al quadro di distribuzione principale quello a valle del contatore pari a <15kA.

## 11.0 CADUTE DI TENSIONE

Dal punto di distribuzione al punto di alimentazione dell'utenza la caduta di tensione massima ammissibile sarà:

- Illuminazione	= 4%
- Forza motrice	= 4%

Per la determinazione delle percentuali si è tenuto conto di un possibile aumento del carico del 10%.

## 12.0 COMPONENTI

Tutti i componenti del presente progetto sono stati scelti in ragione del luogo della loro collocazione tenendo conto del grado di protezione e dove richiesto anche della loro resistenza meccanica, resistenza agli agenti chimici ecc...

Per la realizzazione degli impianti si adottano apparecchiature di primaria marca, tenendo conto della loro reperibilità sul mercato attuale.

Della variazione nella scelta del tipo e/o marca dell'apparecchiatura dovrà essere preventivamente avvisata la direzione lavori la quale darà il suo parere sulla variazione.

## 13.0 SEZIONAMENTO

È previsto un adeguato numero di dispositivi di sezionamento, onde rendere agevole e sicuri gli interventi manutentori senza mettere fuori servizio notevoli sezioni dell'impianto.

## 14.0 INTERRUTTORI AUTOMATICI

Tutti gli interruttori sono stati scelti tenendo conto delle caratteristiche delle utenze da alimentare per quanto si poteva conoscere l'utenza, mentre per quei casi dove non si sapeva l'utenza dell'utilizzatore si è scelto l'interruttore in funzione della portata del cavo.

Nella scelta degli interruttori si è tenuto conto dell'entità del carico, della sua corrente d'impiego, del servizio chiamato a svolgere e della corrente di corto circuito presunta in quel punto.

Si è cercato per quanto possibile di impiegare interruttori magnetotermici con caratteristica di intervento termico uguale alla curva di sovraccaricabilità del cavo da proteggere.

Tutti i circuiti dell'impianto sono stati provvisti di interruttori magnetotermici atti a interrompere correnti di sovraccarico prima che esse possano provocare un eccessivo riscaldamento e quindi un conseguente danneggiamento dell'isolante del conduttore del circuito. Per garantire tale protezione è stata sempre verificata la seguente regola:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_n$$

$I_b$  = corrente di impiego del circuito

$I_n$  = corrente nominale dell'interruttore

$I_z$  = portata a regime permanente del cavo

$I_f$  = corrente di sicuro funzionamento dell'interruttore automatico

Per la protezione dal corto circuito l'interruttore deve avere un potere di interruzione non inferiore alla corrente presunta di cortocircuito nel punto ove è installato l'interruttore, inoltre l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante un cortocircuito non deve superare il valore espresso dalla relazione:

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

## 15.0 INTERRUTTORI DIFFERENZIALI

Gli interruttori differenziali sono apparecchiature sensibili alla sola corrente di guasto a terra, correnti di sovraccarico o di cortocircuito non sono rilevate se non per motivi dovuti a fenomeni intrinseci che si possono produrre sul toroide del differenziale.

Le tarature di questi dispositivi sono riportati sugli elaborati allegati, ove invece non espressamente specificata la taratura del dispositivo di protezione, si provvederà al termine dei lavori impostare le tarature, con conseguente collaudo delle stesse.

In presenza di apparecchiature elettroniche i differenziali tradizionali sono insensibili ad un a corrente con caratteristica pulsante o continua.

A tale scopo vengono utilizzati degli interruttori differenziali di tipo A i quali oltre che per correnti alternate intervengono anche per correnti di guasto pulsanti con componenti continue. In base alla forma d'onda delle correnti di dispersione a cui sono sensibili, i differenziali si classificano in:

- Tipo "A" Per correnti alternate e per correnti pulsanti con componenti continue
- Tipo "AC" Per sola corrente alternata

I differenziali previsti a progetto saranno solo del tipo "A"

## 16.0 SENSO DI MANOVRA DEGLI INTERRUTTORI

Gli interruttori possono essere installati all'interno del quadro elettrico in posizione verticale e/o orizzontale salvo indicazione contraria del costruttore.

L'alimentazione può venire indipendentemente dall'alto o dal basso, a meno che il costruttore non abbia identificato i morsetti di entrata e di uscita.

L'interruttore va' installato in modo da rispettare il senso di apertura e chiusura dell'attuatore (manopola, leva, pulsante, ecc....).

L'interruttore se installato in posizione verticale il senso di chiusura deve avvenire verso l'alto mentre l'apertura verso il basso, se l'interruttore è installato in posizione orizzontale il senso di chiusura deve avvenire verso destra mentre il l'apertura avviene verso sinistra.

## 17.0 ENTRA ESCI

L'entra-esce è possibile realizzarlo solo se l'utilizzatore interessato è dotato di morsetti doppi, inoltre è vietato la riduzione di sezione del conduttore per raggiungere tale fine.

## 18.0 GUAINE

Le guaine devono essere conformi alle norme CEI, dovranno presentare una resistenza meccanica e termica idonea al compito che devono svolgere. Devono resistere in presenza di sollecitazioni meccaniche, piegature frequenti e condizioni ambientali particolari.

Tutte le utenze in genere potranno essere collegate tramite guaine flessibili in materiale termoplastico a base di PVC autoestinguente. Tutti i collegamenti tra utenza e contenitori, tra guaine stesse devono essere eseguite con raccordi, mantenendo la totale continuità dell'isolamento, la protezione meccanica e la perfetta tenuta stagna dell'impianto.

## 19.0 GIUNZIONI E DERIVAZIONI

Tutte le giunzioni e/o derivazioni devono essere eseguite con l'impiego di appositi morsetti con o senza vite, sono inoltre vietate le giunzioni per attorcigliamento dei terminali e nastratura.

La giunzione deve garantire i requisiti di isolamento e di resistenza meccanica, non si può ridurre la sezione del conduttore per farlo entrare nel morsetto dell'utilizzatore.

Le giunzioni devono essere eseguite in apposite cassette di derivazione, nei quadri ecc...

Sono vietate le giunzioni nelle scatole porta-frutto e nei tubi protettivi.

## 20.0 PRESSATUBI E PRESSACAVI

Tutte le derivazioni da scatole, quadri ecc. devono essere eseguite con appositi pressatubo o pressacavi, e devono garantire un grado di protezione minimo IP4X, mentre per ambienti particolari queste derivazioni dovranno avere un grado di protezione idoneo al luogo di installazione.

## 21.0 CAVIDOTTI INTERRATI

I cavi posati direttamente o posati entro appositi cavidotti nel terreno devono essere posati ad una profondità di almeno di 0,5m e avere una protezione meccanica.

Qualora si utilizzi cavi con armatura metallica costituita da fili di spessore di almeno 0,5mm la protezione meccanica non è necessaria.

Per la posa delle condutture interrate predisporre un letto di sabbia, o terra vagliata, per evitare che i ciottoli o le asperità sul fondo dello scavo possano danneggiare il cavo durante la movimentazione e a seguito della compattazione del terreno di riporto sovrastante.

## 22.0 CAVI E CONDUTTORI

Tutte le linee elettriche identificate sugli elaborati sono state scelte secondo i seguenti parametri sotto esposti:

Tensione nominale  $V_n$

Corrente nominale del dispositivo di protezione  $I_n$

Corrente d'impiego delle utenze  $I_b$

Portata del cavo  $I_z$

Coefficienti di correzione delle portate di corrente di  $I_z$

Fattore di potenza  $\cos\phi$

Caduta di tensione  $c_{dt} \%$

Fattore di utilizzazione

Fattore di contemporaneità

Idoneità alla temperatura ambiente di posa

Idoneità al tipo di posa

Idoneità alla non propagazione dell'incendio

Protezione meccanica ove richiesta

Fattore di invecchiamento in funzione delle condizioni di funzionamento ordinario

Emissione di gas e fumi in quantità ridotte

Per la protezione contro i cortocircuiti ad inizio ed a fine linea si è previsto un tempo di intervento delle protezioni tale da non compromettere le caratteristiche del cavo.

Sono stati previsti per la posa entro cavidotti, canali in acciaio zincato e posa esterna e interna cavi del tipo a doppio isolamento:

#### **FG16OM16 - Uo/U=600/1000V - Cca - s1b, d1, a1 – CPR (UE) n°305/11**

cavo per energia isolato in gomma etilenpropilenica, ad alto modulo di qualità G16 sotto guaina termoplastica di qualità M16, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), cavo con conduttori flessibili per posa fissa.

Sono state previste per la posa entro tubazioni pvc incassate o a vista cavi e per posa solo interna del tipo ad isolamento semplice:

#### **FG17 - Uo/U=450/750V - Cca - s1b, d1, a1 – CPR (UE) n°305/11**

cavo per energia isolato con mescola elastomerica di qualità G17, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR).

Tutti i conduttori devono essere contraddistinti da colorazioni previste dalla normativa vigente.

Nella posa delle linee elettriche si dovrà prestare attenzione al raggio di curvatura e dello sforzo massimo di tiro del conduttore al fine di non compromettere le qualità del cavo.

Tutti i conduttori multipolari dovranno essere muniti di conduttore di protezione ove richiesto.

## **23.0 COLORAZIONE DEI CONDUTTORI**

La colorazione dei conduttori dovrà essere quella prevista dalla norma CEI 64-8 e CEI 16-4.

Conduttori di colore giallo verde

Si prescrive che la colorazione giallo verde sia riservata esclusivamente per il conduttore di protezione, di terra ed equipotenziale, sia per cavi unipolari privi di guaina e sia per cavi multipolari.

È fatto divieto assoluto di utilizzare tale conduttore per funzioni e servizi diversi.

È fatto divieto assoluto di effettuare la nastratura di cavi con diversa colorazione per raggiungere il fine di ottenerli di colore giallo/verde.

Conduttori di colorazione blu chiaro

Si prescrive che la colorazione blu chiaro sia riservata esclusivamente per il conduttore di neutro sia per cavi unipolari privi di guaina e sia per cavi multipolari.

Per cavi unipolari con guaina non esistendo di colorazione blu chiaro è ammesso l'utilizzo di fascette colorate nei pozzetti rompi-tratta per poterne identificare il loro servizio.

È fatto divieto assoluto di effettuare la nastratura di cavi con diversa colorazione per raggiungere il fine di ottenerli di colore blu chiaro.

Conduttori per conduttori di fase

Si prescrive che la colorazione dei conduttori di fase non sia di colore blu chiaro e di colore giallo verde ma che siano di colore diverso.

La norma non prescrive dei colori particolari per i conduttori di fase.

Come colorazione dei conduttori di fase è possibile usare conduttori di colorazione tipo nero, marrone etc.

Conduttori nudi e sbarre di rame



Si prescrive che i conduttori nudi e le sbarre di rame devono essere identificabili ad esempio per forma o per posizione, oppure dovranno essere identificabili con colori, cifre o segni grafici alle estremità e nei punti di connessione.

Conduttori per cablaggio quadro elettrico

IL quadro elettrico è considerato un componente dell'impianto elettrico al quale va applicata la norma CEI EN 60439.

Si prescrive che tutti i conduttori e i materiali siano tutti singolarmente identificabili, con colorazioni o segni di identificazione che devono esser come quelli riportati negli elaborati grafici facenti parte integrante della certificazione del quadro e forniti con il medesimo.

## 24.0 SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI

Circuiti di potenza servizio luce Cu isolato 1,5mmq

Circuiti di potenza servizio forza motrice Cu isolato 2,5mmq

Circuiti di segnalazione e circuiti ausiliari, di comando Cu isolato 0,5mmq

Circuiti di segnalazione/comando per apparecchiature elettroniche Cu Isolato 0,1mmq

Tutte le sezioni dei conduttori devono essere coordinate con il dispositivo di protezione per cui non si dovrà in alcun modo avere sezioni inferiori a quelle riportate negli elaborati grafici.

## 25.0 COMANDO DI EMERGENZA GENERALE SCUOLA

È previsto uno SGANCIO GENERALE di emergenza della scuola qualora le circostanze lo richiedano, ubicato in zona accessibile esterna al fabbricato.

La posa di dette apparecchiature potrà essere di tipo a parete oppure parzialmente incassata.

Lo SGANCIO ELETTRICO di emergenza generale della scuola è realizzato con dispositivo a lancio di corrente per cui si provvederà all'installazione di una lampada di segnalazione per verificare il l'integrità del circuito di sgancio.

La linea dello sgancio elettrico transitando all'interno dei locali FTG18(O)M16 0,6/1 kV PH 120 CEI 20-45 – CPR.

Inoltre dovrà essere apposta una targhetta con la seguente dicitura:

**A LAMPADA SPENTA CONTROLLARE L'INTEGRITA'  
DEL CIRCUITO DI SGANCIO TOGLIENDO PRIMA TENSIONE**

Si dovrà periodicamente controllare se l'apparecchiatura di sgancio funziona simulando obbligatoriamente lo sgancio generale della scuola.

Qualora lo sgancio non funzioni o il suo funzionamento sia difettoso si dovrà tempestivamente con priorità assoluta ripristinare il circuito.

## 26.0 COMANDO DI EMERGENZA CENTRALE TERMICA

È previsto uno SGANCIO CENTRALE TERMICA di emergenza qualora le circostanze lo richiedano, ubicato in zona esterna.

La posa di dette apparecchiature potrà essere di tipo a parete oppure parzialmente incassata.

Lo SGANCIO ELETTRICO di emergenza centrale termica è realizzato con un dispositivo di sezionamento entro custodia rossa in zona esterna della centrale termica.



Si dovrà periodicamente controllare se l'apparecchiatura di sgancio funziona simulando obbligatoriamente lo sgancio generale della centrale termica.

Qualora lo sgancio non funzioni o il suo funzionamento sia difettoso si dovrà tempestivamente con priorità assoluta ripristinare il circuito.

## 27.0 PROTEZIONE DA CONTATTI DIRETTI

Gli isolamenti impiegati devono essere idonei alle tensioni del sistema elettrico e in grado di sopportare gli sforzi meccanici derivanti dal normale impiego.

Le parti attive devono essere poste entro contenitori in grado di garantire la protezione in tutte le direzioni, o dietro barriere interposte lungo la direzione accessibile, per entrambi i casi deve essere assicurato un grado di protezione minimo di IPXXB.

Le barriere e gli involucri devono garantire l'isolamento dalle parti attive e il richiesto grado di protezione nel tempo. Per le superfici superiori orizzontali delle barriere e degli involucri che sono a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore a IPXXD.

## 28.0 PROTEZIONE DA CONTATTI INDIRETTI

Questa misura di protezione richiede il coordinamento tra impianto di terra e la taratura dei dispositivi di protezione.

Questa protezione richiede la realizzazione dell'impianto di terra che coordinato con i dispositivi di protezione dovrà essere in grado di garantire l'apertura del circuito in un tempo tale che, eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo per l'utente.

In considerazione di questo l'impianto di terra realizzato dovrà rispettare la seguente relazione:

$$R_a \cdot I_a \leq 50V$$

$R_a$  Somma delle resistenze dei conduttori di protezione e del dispersore, in ohm.

$I_a = I_{dn} = 1A$  È la più elevata tra le correnti differenziali nominali d'intervento degli interruttori differenziali installati, in ampere.

Il ritardo massimo per l'apertura del circuito non supera 1s.

## 29.0 VERIFICHE E DOCUMENTAZIONE FINALE

Premesso che tutti gli impianti siano stati realizzati secondo la regola dell'arte la ditta appaltatrice dovrà eseguire collaudi e prove da quanto previsto dalle norme e leggi vigenti al momento del termine dei lavori.

La ditta aggiudicatrice dovrà fornire personale e strumenti con eventuali accessori necessari.

La ditta aggiudicatrice dovrà al momento della messa in funzione degli impianti redigere la seguente documentazione:

- **Rilascio dichiarazione di conformità impianto elettrico completa di tutti gli allegati**

## **30 PROBABILITA' DI FULMINAZIONE**

### **30.1 – 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.

### **30.2 NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO**

Questo documento è stato elaborato con riferimento alle seguenti norme:

- CEI EN 62305-1

"Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"

Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-2

"Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio" Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-3

"Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone"

Febbraio 2013;

- CEI EN 62305-4

"Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture" Febbraio

2013;

- CEI 81-29

"Linee guida per l'applicazione delle norme CEI EN 62305"

Maggio 2020;

- CEI EN IEC 62858

"Densità di fulminazione. Reti di localizzazione fulmini (LLS) - Principi generali" Maggio 2020.

### **30.3 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.

### **30.4 DATI INIZIALI**

#### **30.4.1 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:

$$N_g = 4,2 \text{ fulmini/anno km}^2$$

### 30.4.2 Dati relativi alla struttura

La pianta della struttura è riportata nel disegno (Allegato Disegno della struttura).

La destinazione d'uso prevalente della struttura è: SCOLASTICO

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.

### 30.4.3 Dati relativi alle linee elettriche esterne

La struttura è servita dalle seguenti linee elettriche:

- Linea di energia: LINEA SEGNALE
- Linea di segnale: LINEA ENERGIA

Le caratteristiche delle linee elettriche sono riportate nell'Appendice Caratteristiche delle linee elettriche.

### 30.4.4 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: SCUOLA INTERNO

Z2: SCUOLA ESTERNA

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.

## 30.5 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.

## 30.6 VALUTAZIONE DEI RISCHI

### 30.6.1.1 Rischio R1: perdita di vite umane

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

Z1: SCUOLA INTERNO

RA: 7,34E-08

RB: 3,67E-06

RU(LINEA ENERGIA): 0,00E+00

RV(LINEA ENERGIA): 0,00E+00

RU(LINEA SEGNALE): 0,00E+00

RV(LINEA SEGNALE): 0,00E+00

Totale: 3,74E-06

Z2: SCUOLA ESTERNA

RA: 7,34E-07

Totale: 7,34E-07

Valore totale del rischio R1 per la struttura: 4,47E-06

### 30.6.1.2 Analisi del rischio R1

Il rischio complessivo R1 = 4,47E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05

## 30.7 SCELTA DELLE MISURE DI PROTEZIONE

Poiché il rischio complessivo R1 = 4,47E-06 è inferiore a quello tollerato RT = 1E-05, non occorre adottare alcuna misura di protezione per ridurlo.

## 30.8 CONCLUSIONI

Il rischio R1 non supera il valore tollerabile  $R_t$  per cui secondo la norma CEI EN 62305-2 si può definire che:

### **LA STRUTTURA E' AUTOPROTETTA CONTRO LE FULMINAZIONI**

In forza della legge 1/3/1968 n.186 che individua nelle Norme CEI la regola dell'arte, si può ritenere assolto ogni obbligo giuridico, anche specifico, che richieda la protezione contro le scariche atmosferiche

Il Tecnico  
**Quaglia Ing. Simone**

## 30.9 APPENDICI

### 30.9.1 APPENDICE - Caratteristiche della struttura

Dimensioni: Vedi disegno allegato

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  $km^2$ )  **$Ng = 4,2$**

### 30.9.2 APPENDICE - Caratteristiche delle linee elettriche

Caratteristiche della linea: LINEA ENERGIA

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: energia - interrata

Lunghezza (m)  $L = 500$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

SPD ad arrivo linea: ASSENTI

Caratteristiche della linea: LINEA SEGNALE

La linea ha caratteristiche uniformi lungo l'intero percorso

Tipo di linea: segnale - interrata

Lunghezza (m)  $L = 500$

Resistività (ohm x m)  $r = 400$

Coefficiente ambientale (CE): urbano

Linea in tubo o canale metallico

SPD ad arrivo linea: ASSENTI

### 30.9.3 APPENDICE - Caratteristiche delle zone

Caratteristiche della zona: SCUOLA ESTERNA

Tipo di zona: esterna

Tipo di suolo: cemento ( $rt = 0,01$ )

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Valori medi delle perdite per la zona: SCUOLA ESTERNA

Numero di persone nella zona: 250

Numero totale di persone nella struttura: 250

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1200

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a  $R1$ )  $LA = 1,37E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: SCUOLA ESTERNA

Rischio 1: Ra

Caratteristiche della zona: SCUOLA INTERNO

Tipo di zona: interna

Tipo di pavimentazione: ceramica ( $r_t = 0,001$ )

Rischio di incendio: ordinario ( $r_f = 0,01$ )

Pericoli particolari: medio rischio di panico ( $h = 5$ )

Protezioni antincendio: nessuna ( $r_p = 1$ )

Schermatura di zona: assente

Protezioni contro le tensioni di contatto e di passo: nessuna

Impianto interno: LINEA ENERGIA

Alimentato dalla linea LINEA ENERGIA

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 1$ )

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Impianto interno: LINEA SEGNALE

Alimentato dalla linea LINEA SEGNALE

Tipo di circuito: Cond. attivi e PE su percorsi diversi (spire fino a 50 m<sup>2</sup>) ( $K_{s3} = 1$ )

Tensione di tenuta: 1,5 kV

Sistema di SPD - livello: Assente ( $PSPD = 1$ )

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Valori medi delle perdite per la zona: SCUOLA INTERNO

Rischio 1

Numero di persone nella zona: 250

Numero totale di persone nella struttura: 250

Tempo per il quale le persone sono presenti nella zona (ore all'anno): 1200

Perdita per tensioni di contatto e di passo (relativa a R1)  $LA = LU = 1,37E-06$

Perdita per danno fisico (relativa a R1)  $LB = LV = 6,85E-05$

Rischi e componenti di rischio presenti nella zona: SCUOLA INTERNO

Rischio 1: Ra Rb Ru Rv

### 30.9.4 APPENDICE - Frequenza di danno

Impianto interno 1

Zona: SCUOLA INTERNO

Linea: LINEA ENERGIA

Circuito: LINEA ENERGIA

FS Totale: 0,0536

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

Impianto interno 2

Zona: SCUOLA INTERNO

Linea: LINEA SEGNALE

Circuito: LINEA SEGNALE

FS Totale: 0,0536

Frequenza di danno tollerabile: 0,1

Circuito protetto: SI

### 30.9.5 APPENDICE - Aree di raccolta e numero annuo di eventi pericolosi

#### 30.9.5.1 Struttura

Area di raccolta per fulminazione diretta della struttura AD = 2,55E-02 km<sup>2</sup>

Area di raccolta per fulminazione indiretta della struttura AM = 5,00E-01 km<sup>2</sup>

Numero di eventi pericolosi per fulminazione diretta della struttura ND = 5,36E-02

Numero di eventi pericolosi per fulminazione indiretta della struttura NM = 2,10E+00

#### 30.9.5.2 Linee elettriche

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

LINEA ENERGIA

AL = 0,020000 km<sup>2</sup>

AI = 2,000000 km<sup>2</sup>

LINEA SEGNALE

AL = 0,020000 km<sup>2</sup>

AI = 2,000000 km<sup>2</sup>



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

LINEA ENERGIA

NL = 0,004200

NI = 0,420000

LINEA SEGNALE

NL = 0,004200

NI = 0,420000

### **30.10** APPENDICE - Valori delle probabilità P per la struttura non **protetta**

Zona Z1: SCUOLA INTERNO

PA = 1,00E+00

PB = 1,0

PC (LINEA ENERGIA) = 1,00E+00

PC (LINEA SEGNALE) = 1,00E+00

PC = 1,00E+00

PM (LINEA ENERGIA) = 4,44E-01

PM (LINEA SEGNALE) = 4,44E-01

PM = 6,91E-01

PU (LINEA ENERGIA) = 0,00E+00

PV (LINEA ENERGIA) = 0,00E+00

PW (LINEA ENERGIA) = 0,00E+00

PZ (LINEA ENERGIA) = 0,00E+00

PU (LINEA SEGNALE) = 0,00E+00

PV (LINEA SEGNALE) = 0,00E+00

PW (LINEA SEGNALE) = 0,00E+00

PZ (LINEA SEGNALE) = 0,00E+00

Zona Z2: SCUOLA ESTERNA

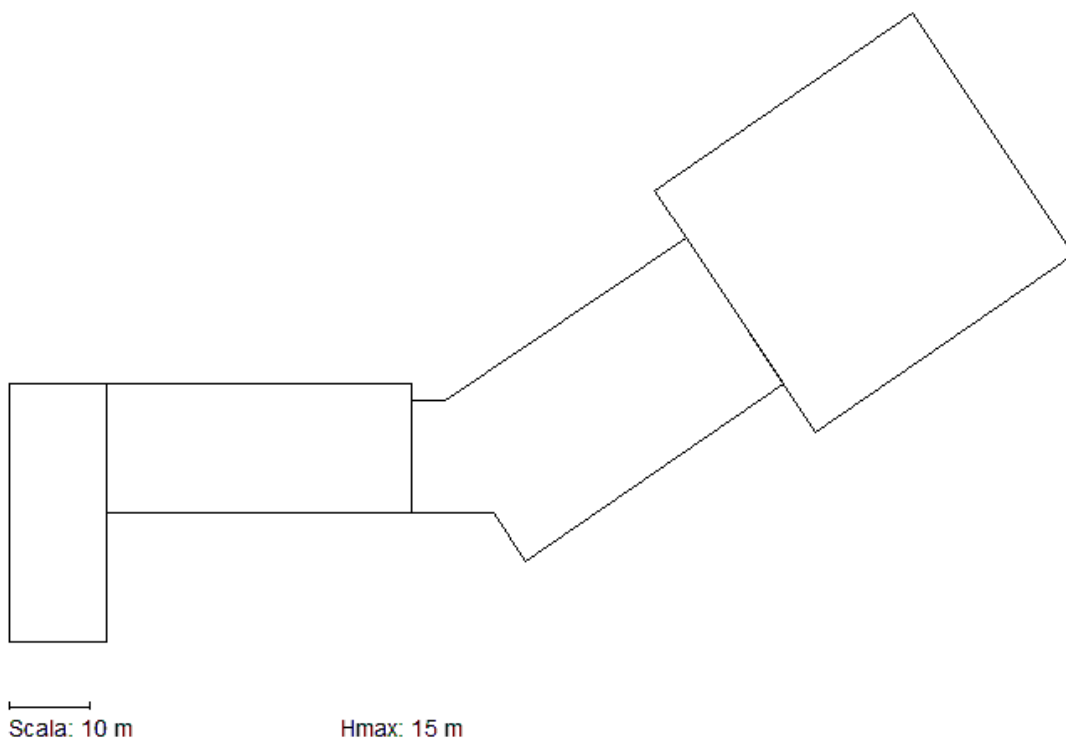
PA = 1,00E+00

PB = 1,0

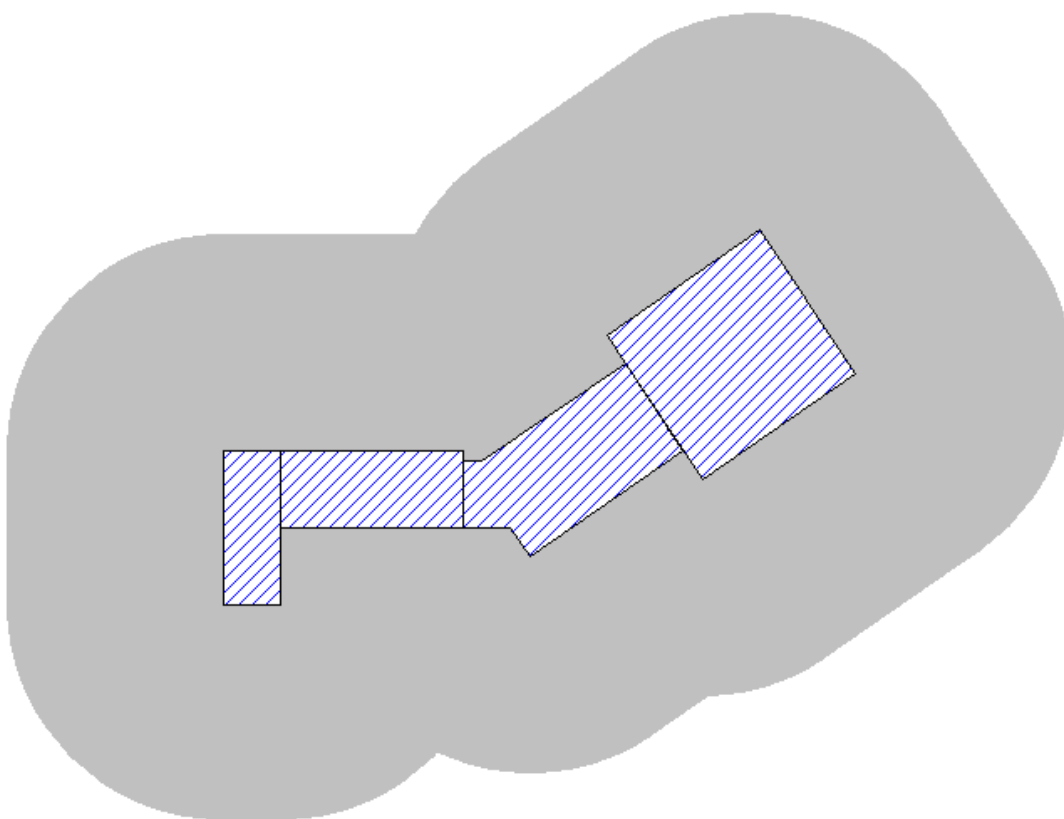
PC = 0,00E+00

PM = 0,00E+00

### 30.11 Allegato - Disegno della struttura

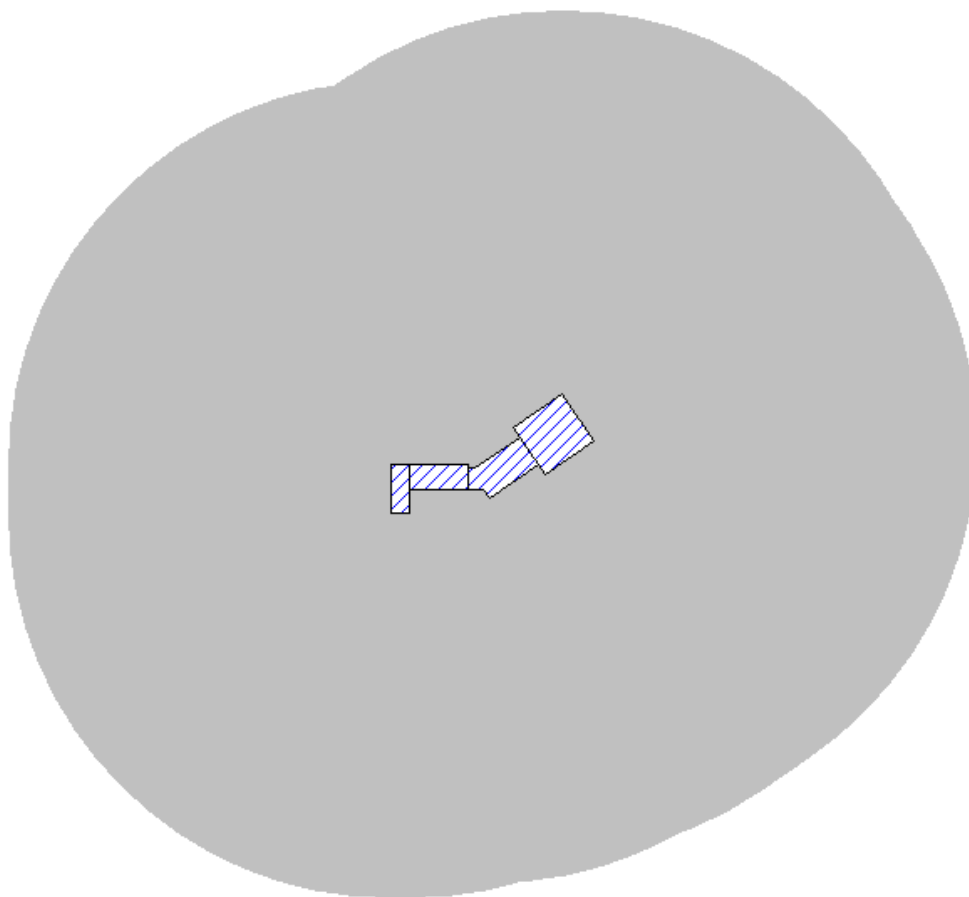


### 30.12 Allegato - Area di raccolta per fulminazione diretta AD



Area di raccolta AD (km<sup>2</sup>) = 2,55E-02

### 30.13 Allegato - Area di raccolta per fulminazione indiretta AM



Area di raccolta AM (km<sup>2</sup>) = 5,00E-01

**30.14** Valore NG



## VALORE DI $N_G$

(CEI EN 62305 - CEI EN IEC 62858)

$$N_G = 4,20 \text{ fulmini / (anno km}^2\text{)}$$

### POSIZIONE

Latitudine: **45,268683° N**

Longitudine: **10,770995° 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 cartografica.
- 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 2028.

## 30.15 Coordinate ubicazione fabbricato

### Coordinate in formato decimale (WGS84)

**Indirizzo:** Coordinate manuali

**Latitudine:** 45,268683

**Longitudine:** 10,770995



## 31.0 CLASSIFICAZIONE CENTRALE TERMICA

### Dati generali dell'impianto

Committente: COMUNE DI ROVERBELLA

Ubicazione : SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO - VIA TRENTO E TRIESTE N.2

Comune: ROVERBELLA

Provincia: MN

### 31.1 Descrizione della centrale termica

La centrale termica è alimentata a metano.

La centrale termica è ubicata in un locale fuori terra.

La portata termica della centrale termica è di 754 kW.

L'impianto termico è alimentato ad una pressione relativa di 0,05 bar.

L'impianto termico è posteriore alla data di entrata in vigore del DM 12-04-1996.

L'impianto termico è soggetto al DM 12-04-1996 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione e l'esercizio degli impianti termici ambientali e combustibili gassosi".

### 31.2 Norma CEI EN 60079-10-1 e Guida CEI 31-35

La valutazione riportata nel seguito è stata condotta in conformità alla norma CEI EN 60079-10-1 (2016) per quanto riguarda la parte normativa; per applicare in concreto i principi contenuti negli articoli della norma, sono state utilizzate le formule e le procedure operative previste nella Guida CEI 31-35, espressamente richiamata nel D.lvo 81/08, Allegato XLIX.

### 31.3 Caratteristiche dell'ambiente esterno alla centrale termica

Il locale centrale termica è installato ad un'altitudine sul livello del mare di circa 97 m in un piccolo agglomerato urbano o industriale.

I dati relativi all'ambiente esterno alla centrale termica sono i seguenti:

- pressione atmosferica (P): 100127 Pa
- temperatura ambiente (Ta): 30,2 °C
- velocità minima dell'aria (w): 0,25 m/s
- disponibilità della ventilazione: BUONA
- fattore di efficacia della ventilazione (f): 2

### 31.4 Caratteristiche del locale centrale termica

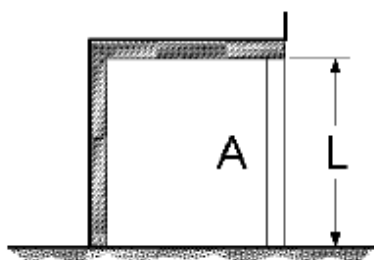
I dati relativi al locale centrale termica sono i seguenti:

- temperatura ambiente (Ta): 33,2 °C
- volume al netto dei componenti (Va): 17 m³
- portata d'aria di ventilazione (Qa): 0,0956 m³/s
- disponibilità della ventilazione: BUONA
- velocità minima dell'aria (w): 0,05 m/s
- fattore di efficacia della ventilazione (f): 1

La portata d'aria di ventilazione naturale per effetto camino, dovuta alla differenza di temperatura tra la centrale termica e l'ambiente aperto esterno, è stata calcolata con le formule previste dalla Guida CEI 31-35.

La disponibilità della ventilazione viene considerata BUONA poiché la differenza tra le temperature anzidette è pressoché continua.

La disposizione semplificata delle aperture di ventilazione è riportata nella figura seguente:



Quota  $L = 0,35 \text{ m}$     Apertura  $A = 2,4 \text{ m}^2$

### 31.5 Pericolo di esplosione

La sorgente di emissione peggiore all'interno della centrale termica è caratterizzata da:

- modalità di emissione: gas in singola fase
- temperatura del gas all'interno del sistema (T):  $33,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- pressione assoluta del gas all'interno del sistema (P):  $105127 \text{ Pa}$
- area del foro di emissione (A):  $0,1 \text{ mm}^2$
- coefficiente di emissione (c): 0,8
- portata di emissione (Qg):  $0,00000666 \text{ kg/s}$
- dz:  $0,077 \text{ m}$
- quota a :  $0,077 \text{ m}$
- Vz:  $1,8 \text{ dm}^3$
- Vex:  $0,9 \text{ dm}^3$

La condizione f.5.10.3-16 della guida CEI 31-35 per il locale centrale termica risulta verificata (tenuto conto sia delle emissioni strutturali che della sorgente di emissione di secondo grado peggiore).

Considerato che il volume della miscela effettivamente presente (Vex) della sorgente di emissione peggiore risulta minore di  $10 \text{ dm}^3$  e minore di  $V_a/10.000$  (essendo  $V_a$  il volume della centrale termica), il volume ipotetico di atmosfera esplosiva (Vz) di tale sorgente di emissione può essere ritenuto trascurabile, **e dunque la centrale termica non presenta pericolo di esplosione.**

Nota

I dati della sorgente di emissione peggiore sono relativi all'emissione di gas che può avvenire in caso di guasto (grado di emissione secondo).

Nella verifica della condizione f.5.10.3-16 si è tenuto conto anche delle emissioni strutturali (minima dispersione in ambiente di gas a causa della non perfetta tenuta dei componenti, vedere Guida CEI 31-35).



## 31.6 Alimentazione elettrica della centrale termica

L'impianto elettrico ha una potenza impegnata superiore a 6 kW.

## 31.7 Conclusioni

La centrale termica è un luogo ordinario, ma è l'impianto elettrico ha una potenza impegnata superiore a 6 kW.

La realizzazione dell'impianto elettrico della centrale termica, e gli eventuali interventi di trasformazione o ampliamento di tale impianto, sono dunque soggetti ad obbligo di progetto da parte di un professionista ai sensi del DM 37/08.

Nota

Gli interventi di manutenzione non sono mai soggetti ad obbligo di progetto ai sensi del DM 37/08.

## 32.0    **DIMENSIONAMENTO LINEE**

# RELAZIONE SUL CALCOLO ESEGUITO

## Calcolo delle correnti di impiego

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

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

nella quale:

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

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

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

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

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

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

La potenza di dimensionamento  $P_d$  è data dal prodotto:

$$P_d = P_n \cdot coeff$$

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

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

La potenza reattiva delle utenze viene calcolata invece secondo la:

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

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

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

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

## Dimensionamento dei cavi

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

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

$$\begin{aligned} a) \quad & I_b \leq I_n \leq I_z \\ b) \quad & I_f \leq 1.45 \cdot I_z \end{aligned}$$

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

Il dimensionamento dei cavi rispetta anche i seguenti casi:

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

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

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

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

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

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

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

La portata minima del cavo viene calcolata come:

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

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

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

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

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

Risulta pertanto che, in base a tali normative, la condizione b) sarà sempre verificata.

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

## Integrale di Joule

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

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

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

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

Cavo in rame e isolato in PVC:	$K = 115$
Cavo in rame e isolato in gomma G:	$K = 135$
Cavo in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:	$K = 143$
Cavo in rame serie L rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie L nudo:	$K = 200$
Cavo in rame serie H rivestito in materiale termoplastico:	$K = 115$
Cavo in rame serie H nudo:	$K = 200$
Cavo in alluminio e isolato in PVC:	$K = 74$
Cavo in alluminio e isolato in G, G5-G7:	$K = 92$

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

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

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

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

## Dimensionamento dei conduttori di neutro

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

- il conduttore di fase abbia una sezione maggiore di 16 mm<sup>2</sup>;
- la massima corrente che può percorrere il conduttore di neutro non sia superiore alla portata dello stesso
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup> se il conduttore è in rame e a 25 mm<sup>2</sup> se il conduttore è in alluminio.

Nel caso in cui si abbiano circuiti monofasi o polifasi e questi ultimi con sezione del conduttore di fase minore di 16 mm<sup>2</sup> se conduttore in rame e 25 mm<sup>2</sup> se conduttore in alluminio, il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione del conduttore di fase. In base alle esigenze progettuali, sono gestiti fino a tre metodi di dimensionamento del conduttore di neutro, mediante:

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

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

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

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

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

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

## Dimensionamento dei conduttori di protezione

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

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

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

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

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

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

dove:

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

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

In entrambi i casi si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3. Esso afferma che la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della conduttura di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5  $\text{mm}^2$  rame o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se è prevista una protezione meccanica;
- 4  $\text{mm}^2$  o 16  $\text{mm}^2$  alluminio se non è prevista una protezione meccanica;

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

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

- 25 mm<sup>2</sup>, se in rame;
- 35 mm<sup>2</sup>, se in alluminio;

## Calcolo della temperatura dei cavi

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

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

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

esprese in °C.

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

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

## Cadute di tensione

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

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

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

con  $n$  che rappresenta il conduttore di neutro;

con  $i$  che rappresenta le  $k$  utenze coinvolte nel calcolo;

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

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

con:

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



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

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

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

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

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

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

## Fornitura della rete

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

Le tipologie di fornitura possono essere:

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

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

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

## Bassa tensione

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

I dati richiesti sono:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Invertendo la formula:

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

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

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

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

## Fattori di correzione per generatori e trasformatori (EN 60909-0)

La norma EN 60909-0 fornisce una serie di fattori correttivi per il calcolo delle impedenze di alcune macchine presenti nella rete. Quelle utilizzate per il calcolo dei guasti riguardano i generatori e i trasformatori.

### Fattore di correzione per trasformatori (EN 60909-0 par. 6.3.3)

Per i trasformatori a due avvolgimenti, con o senza regolazione delle spire, quando si stanno calcolando le correnti massime di cortocircuito, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza  $K_T$  tale che:

$$Z_{cctK} = K_T \cdot Z_{cct}$$

$$K_T = 0.95 \cdot \frac{c_{max}}{1 + 0.6 \cdot x_T}$$

dove

$$x_T = \frac{X_{cct}}{V_{02}^2 / P_n}$$

è la reattanza relativa del trasformatore e  $C_{max}$  è preso dalla tabella 1 ed è relativo alla tensione lato bassa del trasformatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

### Fattore di correzione per generatori sincroni (EN 60909-0 par. 6.6.1)

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei sistemi alimentati direttamente da generatori senza trasformatori intermedi, si deve introdurre un fattore di correzione  $K_G$  tale che:

$$Z_{GK} = K_G \cdot Z_G$$

con

$$K_G = \frac{V_{02}}{U_{rG}} \cdot \frac{c_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

dove

$$x'' = \frac{X''}{V_{02}^2 / P_n}$$

è la reattanza satura relativa subtransitoria del generatore.

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare.

Nella formula compaiono a numeratore e denominatore la tensione nominale di sistema e la tensione nominale del generatore ( $U_{rG}$ ). In Ampère  $U_{rG}$  non è gestita, quindi si considera  $V_{02}/U_{rG} = 1$ .

### **Fattore di correzione per gruppi di produzione con regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.1)**

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza  $K_S$  da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SK} = K_S \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_S = \frac{c_{max}}{1 + |x'' - x_T| \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per  $K_S$  non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

### **Fattore di correzione per gruppi di produzione senza regolazione automatica della tensione del trasformatore (EN 60909-0 par. 6.7.2)**

Nel calcolo delle correnti massime di cortocircuito iniziali nei gruppi di produzione, si deve introdurre un fattore di correzione di impedenza  $K_{SO}$  da applicare alla impedenza complessiva nel lato alta del trasformatore:

$$Z_{SOK} = K_{SO} \cdot (t_r^2 \cdot Z_G + Z_{THV})$$

con

$$K_{SO} = (1 \pm p_T) \cdot \frac{c_{max}}{1 + x'' \cdot \sqrt{1 - \cos \varphi_{rG}}}$$

Dove  $p_T$  è la variazione di tensione del trasformatore tramite la presa a spina scelta. Nel programma viene impostato il fattore  $(1-p_T)$ , con  $p_T = (|V_{sec}-V_{02}|)/V_{02}$ .

Tale fattore deve essere applicato alla impedenza diretta, inversa ed omopolare. La formula per  $K_{SO}$  non considera eventuali differenze tra valori nominali delle macchine e tensione nominale del sistema elettrico.

## **Calcolo dei guasti**

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

Le condizioni in cui vengono determinate sono:

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

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

### **Calcolo delle correnti massime di cortocircuito**

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

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

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

$$R_{dc} = \frac{R_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \left( \frac{1}{1 + (\alpha \cdot \Delta T)} \right)$$

dove  $\Delta T$  è 50 o 70 °C e  $\alpha = 0.004$  a 20 °C.

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

$$X_{dc} = \frac{X_c}{1000} \cdot \frac{L_c}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

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

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

$$R_{db} = \frac{R_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000}$$

La reattanza è invece:

$$X_{db} = \frac{X_b}{1000} \cdot \frac{L_b}{1000} \cdot \frac{f}{50}$$

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

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

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

$$\begin{aligned} R_{0cN} &= R_{dc} + 3 \cdot R_{dcN} \\ X_{0cN} &= 3 \cdot X_{dc} \end{aligned}$$

Per il conduttore di protezione, invece, si ottiene:

$$R_{0cPE} = R_{dc} + 3 \cdot R_{dcPE}$$

$$X_{0cPE} = 3 \cdot X_{dc}$$

dove le resistenze  $R_{dcN}$  e  $R_{dcPE}$  vengono calcolate come la  $R_{dc}$ .

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

Per il conduttore di neutro si ha:

$$R_{0bN} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbN}$$

$$X_{0bN} = 3 \cdot X_{db}$$

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

$$R_{0bPE} = R_{db} + 3 \cdot R_{dbPE}$$

$$X_{0bPE} = X_{db} + 3 \cdot (X_{b-ring} - X_{db})$$

I parametri di ogni utenza vengono sommati con i parametri, alla stessa sequenza, della utenza a monte, espressi in mΩ:

$$R_d = R_{dc} + R_{d-up}$$

$$X_d = X_{dc} + X_{d-up}$$

$$R_{0N} = R_{0cN} + R_{0N-up}$$

$$X_{0N} = X_{0cN} + X_{0N-up}$$

$$R_{0PE} = R_{0cPE} + R_{0PE-up}$$

$$X_{0PE} = X_{0cPE} + X_{0PE-up}$$

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

Ai valori totali vengono sommate anche le impedenze della fornitura.

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

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

Fase neutro (se il neutro è distribuito):

$$Z_{k1N \min} = \frac{1}{3} \cdot \sqrt{(2 \cdot R_d + R_{0N})^2 + (2 \cdot X_d + X_{0N})^2}$$

Fase terra:

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

Da queste si ricavano le correnti di cortocircuito trifase  $I_{kmax}$ , fase neutro  $I_{k1Nmax}$ , fase terra  $I_{k1PEmax}$  e bifase  $I_{k2max}$  espresse in kA:

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

$$I_{k1N \max} = \frac{V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N \min}}$$

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

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

Infine dai valori delle correnti massime di guasto si ricavano i valori di cresta delle correnti:

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

$$I_{p1N} = k \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k1N \max}$$

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

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

dove:

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

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

### Calcolo delle correnti minime di cortocircuito

Il calcolo delle correnti di cortocircuito minime viene condotto come descritto nella norma CEI EN 60909-0 par 7.1.2 per quanto riguarda:

- guasti con contributo della fornitura e dei generatori. Il contributo dei generatori è in regime permanente per i guasti trifasi 'vicini', mentre per i guasti 'lontani' o asimmetrici si considera il contributo subtransitorio;
- la tensione nominale viene moltiplicata per il fattore di tensione  $C_{min}$ , che può essere 0.95 se  $C_{max} = 1.05$ , oppure 0.90 se  $C_{max} = 1.10$  (Tab. 1 della norma CEI EN 60909-0); in media e alta tensione il fattore  $C_{min}$  è pari a 1;

Per la temperatura dei conduttori si può scegliere tra:

- il rapporto Cenelec R064-003, per cui vengono determinate le resistenze alla temperatura

limite dell'isolante in servizio ordinario del cavo;

- la norma CEI EN 60909-0, che indica le temperature alla fine del guasto.

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

Isolante	Cenelec R064-003 [°C]	CEI EN 60909-0 [°C]
PVC	70	160
G	85	200
G5/G7/G10/EPR	90	250
HEPR	120	250
serie L rivestito	70	160
serie L nudo	105	160
serie H rivestito	70	160
serie H nudo	105	160

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

$$R_{d\max} = R_d \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0N\max} = R_{0N} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

$$R_{0PE\max} = R_{0PE} \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta T)$$

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

Valutate le impedenze mediante le stesse espressioni delle impedenze di guasto massime, si possono calcolare le correnti di cortocircuito trifase  $I_{k1\min}$  e fase terra, espresse in kA:

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

$$I_{k1N\min} = \frac{0.95 \cdot V_n}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1N\max}}$$

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

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

### Calcolo guasti bifase-neutro e bifase-terra

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

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

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

e la corrente di picco:

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



## Motori asincroni

Le variabili caratteristiche del motore sono:

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

Si calcola l'impedenza del motore:

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

### Attenuazione della corrente di guasto per guasti simmetrici e vicini

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

Il coefficiente  $\mu$  si calcola secondo la seguente tabella:

$$\begin{array}{ll} \mu = 0.84 + 0.26 \cdot e^{-0.26 \cdot (I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} = 0.02 \text{ s} \\ \mu = 0.71 + 0.51 \cdot e^{-0.30 \cdot (I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} = 0.05 \text{ s} \\ \mu = 0.62 + 0.72 \cdot e^{-0.32 \cdot (I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} = 0.10 \text{ s} \\ \mu = 0.56 + 0.94 \cdot e^{-0.38 \cdot (I_{lr}/I_{rm})} & t_{\min} \geq 0.25 \text{ s} \end{array}$$

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

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

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

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

Quindi:

$$\begin{array}{ll} q = 1.03 + 0.12 \cdot \ln m & t_{\min} = 0.02 \text{ s} \\ q = 0.79 + 0.12 \cdot \ln m & t_{\min} = 0.05 \text{ s} \\ q = 0.57 + 0.12 \cdot \ln m & t_{\min} = 0.10 \text{ s} \\ q = 0.26 + 0.10 \cdot \ln m & t_{\min} \geq 0.25 \text{ s} \end{array}$$

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

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

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

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

$X_M = 0.995 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.10 \cdot X_M$	per motori a media tensione con potenza Prm per paia poli $\geq 1$ MW
$X_M = 0.989 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.15 \cdot X_M$	per motori a media tensione con potenza Prm per paia poli $< 1$ MW
$X_M = 0.922 \cdot Z_{Mib}$ $R_M = 0.42 \cdot X_M$	per motori a bassa tensione

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

$$R_d = R_M$$

$$X_d = X_M$$

## Scelta delle protezioni

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

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

## Verifica della protezione a cortocircuito delle condutture

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

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

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

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

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

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

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

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

**Note:**

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

## Verifica di selettività

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

- Corrente  $I_a$  di intervento in corrispondenza ai massimi tempi di interruzione previsti dalla CEI 64-8: pertanto viene sempre data la corrente ai 5s (valido per le utenze di distribuzione o terminali fisse) e la corrente ad un tempo determinato tramite la tabella 41A della CEI 64.8 par 413.1.3. Fornendo una fascia di intervento delimitata da una caratteristica limite superiore e una caratteristica limite inferiore, il tempo di intervento viene dato in corrispondenza alla caratteristica limite inferiore. Tali dati sono forniti per la protezione a monte e per quella a valle;
- Tempo di intervento in corrispondenza della minima corrente di guasto alla fine dell'utenza a valle: minimo per la protezione a monte (determinato sulla caratteristica limite inferiore) e massimo per la protezione a valle (determinato sulla caratteristica limite superiore);
- Rapporto tra le correnti di intervento magnetico: delle protezioni;
- Corrente al limite di selettività: ossia il valore della corrente in corrispondenza all'intersezione tra la caratteristica limite superiore della protezione a valle e la caratteristica limite inferiore della protezione a monte (CEI 23.3 par 2.5.14).

- Selettività: viene indicato se la caratteristica della protezione a monte si colloca sopra alla caratteristica della protezione a valle (totale) o solo parzialmente (parziale a sovraccarico se l'intersezione tra le curve si ha nel tratto termico).
- Selettività cronometrica: con essa viene indicata la differenza tra i tempi di intervento delle protezioni in corrispondenza delle correnti di cortocircuito in cui è verificata.

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

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

## Protezione contro i contatti indiretti

Secondo la norma 64-8 par. 413, un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione per proteggere contro i contatti indiretti i circuiti e i componenti elettrici, in modo che, in caso di guasto, non possa persistere una tensione di contatto pericolosa per una persona.

E' definita la tensione di contatto limite convenzionale a 50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata, oltre la quale esiste pericolo. Tuttavia, in alcune circostanze, è possibile superare tale valore purché la protezione intervenga entro 5 secondi o tempi definiti dalla norma, a seconda del sistema elettrico adottato.

### Sistemi TN

Tutte le masse dell'impianto devono essere collegate al punto di messa a terra del sistema di alimentazione con conduttori di protezione che devono essere messi a terra in corrispondenza o in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.

La norma richiede che deve essere soddisfatta la condizione:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

$U_0$  è la tensione nominale verso terra;

$Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, ed in Ampère corrisponde alla variabile  $Zk1(ft)_{max}$ ;

$I_a$  è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il programma verifica che:

$$I_a \leq I_{a.c.i.} = \frac{U_0}{Z_s}$$

Dove  $I_{a.c.i.}$  è una variabile di Ampère (Corrente contatti indiretti  $I_a$ ) utilizzata per il confronto con i valori di sgancio delle protezioni.

$I_{a.c.i.}$  normalmente è pari alla corrente di guasto a terra  $Ik1(ft)_{min}$  calcolata dal programma.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E}$$

dove  $Z_E$  è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

$I_{a.c.i.}$  assume il valore di  $I_{50V}$  se quest'ultima è maggiore della  $Ik1(ft) min$ , in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che porta le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_s}\right)$$

Se richiesto dal progetto, è possibile imporre a ciascuna utenza il valore di  $I_{a.c.i.}$  a  $I_{50V}$  o  $I_{25V}$  e assicurare di non superare mai le tensioni di contatto limite.

Per i sistemi TN-C, il programma verifica la continuità del PEN e che non vi siano protezioni o sezionatori inseriti nel conduttore.

### Sistemi TT

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

Il punto neutro di ogni trasformatore o di ogni generatore deve essere collegato a terra, in modo da permettere l'interruzione dell'alimentazione al primo guasto franco su una massa collegata al dispersore di resistenza di terra  $R_E$ .

I dispositivi di protezione devono essere a corrente differenziale e deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_E \cdot I_{dn} \leq U_L$$

dove:

$R_E$  è la resistenza del dispersore dell'impianto di terra, al quale il programma aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile  $Z_E$ ;

$I_{dn}$  è la corrente nominale differenziale;

$U_L$  è la tensione limite convenzionale (normalmente 50 V).

Il programma verifica che:

$$I_{dn} \leq I_{a.c.i.} = \frac{U_L}{Z_E}$$

Per completezza, quando il programma possiede tutti gli elementi per calcolare la corrente di circolazione di un guasto a terra, ossia la  $Ik1(ft) min$ , allora  $I_{a.c.i.}$  è scelta tra la maggiore delle due correnti, similmente al sistema TN:

$$I_{a.c.i.} = \max\left(\frac{U_L}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_s}\right)$$

Ovviamente, per la normativa italiana, il dispositivo di protezione deve essere solo a corrente differenziale.

### Sistemi IT

Nei sistemi IT le parti attive devono essere isolate da terra oppure essere collegate a terra attraverso un'impedenza di valore sufficientemente elevato.

Le masse devono essere messe a terra, e nel caso di un singolo guasto a terra, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

$$R_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove:

$R_E$  è la resistenza del dispersore, al quale il programma aggiunge anche l'impedenza dei cavi di protezione che collegano la massa protetta, calcolando la variabile  $Z_E$ ;

$I_d$  è la corrente del primo guasto a terra, che per il programma sarà pari alla corrente di guasto a terra  $Ik1(ft)$  min nelle condizioni complessive di rete definite nel progetto.

Il programma verifica che:

$$V_T = Z_E \cdot I_d \leq U_L$$

dove  $V_T$  è la tensione della massa a guasto, una variabile di Ampère che per i sistemi IT è associata al primo guasto a terra.

La norma richiede l'interruzione automatica dell'alimentazione per un secondo guasto su di un conduttore attivo differente, ovviamente appartenente alla stessa area elettrica a valle della fornitura o di un trasformatore.

Viene indicata la formula che deve essere rispettata, che in generale è la seguente:

$$2 \cdot Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

$U_0$  è la tensione nominale verso terra;

$Z_s$  è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente;

$I_a$  è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A della norma.

Il coefficiente 2 indica che il secondo guasto può manifestarsi in un circuito differente, ed in più la norma suggerisce di considerare il caso più severo, comprendendo anche i guasti sul neutro.

Il programma Ampère assolve a queste indicazioni risolvendo il seguente algoritmo:

$$I_a \leq I_{a.c.i.} = \min_{s2} \frac{U_0}{(Z_{s1} + Z_{s2})}$$

dove:

$Z_{s1}$  è l'impedenza dell'anello di guasto della utenza in considerazione;

$Z_{s2}$  è l'impedenza dell'anello di guasto di una seconda utenza;

$I_{a.c.i.}$  è la minima corrente di guasto, calcolata permutando tutte le utenze  $s2$  appartenenti alla stessa area elettrica di  $s1$ .

Il valore  $Max(Z_{s1} + Z_{s2})$  è memorizzato nella variabile  $ZIT_{max}$  di Ampère.

$I_{a.c.i.}$  normalmente è pari alla corrente di guasto a terra  $Ik(IT)$  min calcolata dal programma.

Esso calcola anche la corrente:

$$I_{50V} = \frac{50}{Z_E},$$

dove  $Z_E$  è l'impedenza che collega la massa del dispositivo al punto di messa a terra del sistema.

*I<sub>a c.i.</sub>* assume il valore di  $I_{50V}$  se quest'ultima è maggiore della  $I_k(IT)_{min}$ , in pratica si accettano correnti di sgancio superiori fino al valore che portano le masse alla tensione limite convenzionale, quindi:

$$I_{a c.i.} = \max\left(\frac{50}{Z_E}, \frac{U_0}{Z_{IT max}}\right)$$

**Nota.** Il programma permette di applicare il punto 413.1.1.1 della CEI 64-8, e quindi validare a contatti indiretti una utenza che presenta, in caso di guasto, un valore di tensione inferiore alla tensione limite convenzionale. In pratica, a differenza di quanto spiegato finora, le tarature delle protezioni possono essere superiori anche alla corrente  $I_{50V}$ .

## Riferimenti normativi

### Norme di riferimento per la Bassa tensione:

- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-20 IVa Ed. 2000-08: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti I e II categoria.
- CEI EN 60909-0 IIIa Ed. (IEC 60909-0:2016-12): Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 0: Calcolo delle correnti.
- IEC 60090-4 First ed. 2000-7: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata. Parte 4: Esempi per il calcolo delle correnti di cortocircuito.
- CEI 11-28 1993 Ia Ed. (IEC 781): Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali e bassa tensione.
- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5) Ed. 2018-04: Apparecchiature a bassa tensione. Parte 2: Interruttori automatici.
- CEI 20-91 2010: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI EN 60898-1 (CEI 23-3/1 Ia Ed.) 2004: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari.
- CEI EN 60898-2 (CEI 23-3/2) 2007: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari Parte 2: Interruttori per funzionamento in corrente alternata e in corrente continua.
- CEI 64-8 VIIa Ed. 2012: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua.
- IEC 364-5-523: Wiring system. Current-carrying capacities.
- IEC 60364-5-52 IIIa Ed. 2009: Electrical Installations of Buildings - Part 5-52: Selection and Erection of Electrical Equipment - Wiring Systems.
- CEI UNEL 35016 2016: Classe di Reazione al fuoco dei cavi in relazione al Regolamento EU "Prodotti da Costruzione" (305/2011).
- CEI UNEL 35023 2012: Cavi di energia per tensione nominale U uguale ad 1 kV - Cadute di tensione.

- CEI UNEL 35024/1 1997: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35024/2 1997: Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI UNEL 35026 2000: Cavi elettrici con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 61439 2012: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT).
- CEI 17-43 IIa Ed. 2000: Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- CEI 23-51 2016: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- NF C 15-100 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento dei cavi secondo norme francesi.
- UNE 20460 Calcolo di impianti elettrici in bassa tensione e relative tabelle di portata e declassamento (UNE 20460-5-523) dei cavi secondo regolamento spagnolo.
- British Standard BS 7671:2008: Requirements for Electrical Installations;
- ABNT NBR 5410, Segunda edição 2004: Instalações elétricas de baixa tensão;

### **Norme di riferimento per la Media tensione**

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 99-2 (CEI EN 61936-1) 2011: Impianti con tensione superiore a 1 kV in c.a.
- CEI 11-17 IIIa Ed. 2006: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- CEI-UNEL 35027 IIa Ed. 2009: Cavi di energia per tensione nominale U da 1 kV a 30 kV.
- CEI 99-4 2014: Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale.
- CEI 17-1 VIIa Ed. (CEI EN 62271-100) 2013: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 100: Interruttori a corrente alternata.
- CEI 17-130 (CEI EN 62271-103) 2012: Apparecchiatura ad alta tensione Parte 103: Interruttori di manovra e interruttori di manovra sezionatori per tensioni nominali superiori a 1 kV fino a 52 kV compreso.
- IEC 60502-2 2014: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV up to 30 kV – Part 2.
- IEC 61892-4 Ia Ed. 2007-06: Mobile and fixed offshore units – Electrical installations. Part 4: Cables.



## **Dati completi utenza**

Commessa: PIANO DI MESSA IN SICUREZZA E RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA SCOLASTICA

Descrizione: SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO COMUNE DI ROVERBELLA (MN)

Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

Responsabile: QUAGLIA ING. SIMONE

Data: 27/07/2023

Alimentazioni: RETE ELETTRICA SISTEMA TT

Tipo di quadro: QUADRI DI DISTRIBUZIONE BASSA TENSIONE

Grado di protezione: VEDI ELABORATI DI PROGETTO

Materiali usati: VEDI ELABORATI DI PROGETTO

Riferimenti: VEDI ELABORATI DI PROGETTO

Operatore:

Note:

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+Q0-Cavo**  
Denominazione 1: **LINEA QUADRO "Q0"**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>95 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>0,9</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>85,5 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>89 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>24,9 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>195,4 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>128,5 A</b>	Potenza disponibile:	<b>106,4 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,96</b>		
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x150)+1x95</b>		
Tipo posa:	11 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura posati su pareti		
Disposizione posa:	Singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate		
Designazione cavo	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>EPR</b>	K²S² conduttore fase:	<b>4,601E+08 A²s</b>
Tabella posa:	<b>CEI-UNEL 35024/1</b>	K²S² neutro:	<b>1,846E+08 A²s</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,01 %</b>
Lunghezza linea:	<b>1 m</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,01 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>444 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>328 A</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>35 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>1 (Numero circuiti: 1)</b>	Temperatura cavo a In:	<b>54,2 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>1</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>128,5&lt;=282&lt;=444 A</b>
Coefficiente di declassamento	<b>1</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikmax a monte:	<b>15 kA</b>	Ik2min:	<b>12,2 kA</b>
IkV max a valle:	<b>15,3 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>5,96 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>5631 A</b>	Ip1fn:	<b>11,9 kA</b>
Ik max:	<b>14,9 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>5,63 kA</b>
Ip:	<b>30,5 kA</b>	Zk min:	<b>15,5 mohm</b>
Ik min:	<b>14,1 kA</b>	Zk max:	<b>15,6 mohm</b>
Ik2max:	<b>12,9 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>38,7 mohm</b>
Ip2:	<b>26,4 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>39 mohm</b>

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+Q0-QA1**  
Denominazione 1:  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>5,5 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>0,9</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>4,95 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>5,5 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>2,4 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>22,2 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>7,94 A</b>	Potenza disponibile:	<b>16,7 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>15,3 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>12,2 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>15,3 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> max:	<b>5,96 kA</b>
Imag <sub>max</sub> (magnetica massima):	<b>5631 A</b>	Ip <sub>1fn</sub> :	<b>4,72 kA</b>
Ik <sub>max</sub> :	<b>14,9 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> min:	<b>5,63 kA</b>
Ip:	<b>7,17 kA</b>	Zk <sub>min</sub> :	<b>15,5 mohm</b>
Ik <sub>min</sub> :	<b>14,1 kA</b>	Zk <sub>max</sub> :	<b>15,6 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>12,9 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> min:	<b>38,7 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>6,66 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> mx:	<b>39 mohm</b>

## Protezione

Costruttore protezione:	<b>BTICINO</b>		
Sigla protezione:	<b>BTDIN 160-C + DIFF 32 A - AS - 1 A</b>		
Tipo protezione:	<b>MT+D</b>		
Corrente nominale protez.:	<b>32 A</b>	Taratura termica neutro:	<b>32 A</b>
Numero poli:	<b>4</b>	Taratura magnetica neutro:	<b>224 A</b>
Curva di sgancio:	<b>C</b>	Taratura differenziale:	<b>1 A</b>
Classe d'impiego:	<b>AS</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>16 kA</b>
Taratura termica:	<b>32 A</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>16 &gt;= 15,3 kA</b>
Taratura magnetica:	<b>224 A</b>	Norma:	<b>Icu-EN60947</b>
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>224 &lt; 5631 A</b>		

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+Q0-QA2**  
Denominazione 1: **GENERALE DI QUADRO**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>90 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>90 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>93,5 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>25,3 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>173,2 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>134,9 A</b>	Potenza disponibile:	<b>79,7 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,963</b>		
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>14,9 kA</b>	Ik2min:	<b>12,2 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>15,3 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>5,96 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>5631 A</b>	Ip1fn:	<b>8 kA</b>
Ik max:	<b>14,9 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>5,63 kA</b>
Ip:	<b>15 kA</b>	Zk min:	<b>15,5 mohm</b>
Ik min:	<b>14,1 kA</b>	Zk max:	<b>15,6 mohm</b>
Ik2max:	<b>12,9 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>38,7 mohm</b>
Ip2:	<b>13,4 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>39 mohm</b>

## Protezione

Costruttore protezione:	<b>BTICINO</b>	Taratura termica neutro:	<b>160 A</b>
Sigla protezione:	<b>MEGATIKER M2 250B</b>	Taratura magnetica neutro:	<b>1600 A</b>
Tipo protezione:	<b>MT</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>25 kA</b>
Corrente nominale protez.:	<b>250 A</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>25 &gt;= 14,9 kA</b>
Numero poli:	<b>4</b>	Norma:	<b>Icu-EN60947</b>
Taratura termica:	<b>250 A</b>		
Taratura magnetica:	<b>2500 A</b>		
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>2500 &lt; 5631 A</b>		

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+Q0-POMPA ANTINCENDIO</b>
Denominazione 1:	LINEA ESISTENTE
Denominazione 2:	POMPA ESISTENTE
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale motore</b>		
Potenza nominale:	<b>5,5 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>5,5 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>6,11 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>2,66 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>22,2 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>8,82 A</b>	Potenza disponibile:	<b>16,1 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>	Potenza meccanica motore:	<b>5,5 kW</b>
Sistema distribuzione:	<b>TT</b>	Rendimento motore:	<b>1</b>

## Cavi

Formazione:	<b>5G10</b>		
Tipo posa:	61 cavi multipolari in tubi protettivi interrati		
Disposizione posa:	In tubi interrati a 0.5 m		
Designazione cavo	FG7OR 0.6/1 kV		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>EPR</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>2,045E+06 A<sup>2</sup>s</b>
Tabella posa:	<b>CEI-UNEL 35026</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	<b>2,045E+06 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	<b>2,045E+06 A<sup>2</sup>s</b>
Lunghezza linea:	<b>40 m</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,341 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>50,5 A</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,351 %</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>50,5 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>20 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>0,9 (Numero circuiti: 3)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>22,1 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>1</b>	Temperatura cavo a In:	<b>48,1 °C</b>
Coefficiente di declassamento	<b>0,918</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>8,82&lt;=32&lt;=50,5 A</b>

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>15,3 kA</b>	Ik2min:	<b>1,25 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>2,81 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>1,36 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>711,5 A</b>	Ip1fn:	<b>4,72 kA</b>
Ik max:	<b>2,78 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>0,712 kA</b>
Ip:	<b>7,17 kA</b>	Zk min:	<b>83 mohm</b>
Ik min:	<b>1,44 kA</b>	Zk max:	<b>152,5 mohm</b>
Ik2max:	<b>2,41 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>169,7 mohm</b>
Ip2:	<b>6,66 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>308,3 mohm</b>

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza:	<b>+Q0-Scaricatore</b>
Denominazione 1:	SCARICATORI SOVRATENSIONE
Denominazione 2:	
Informazioni aggiuntive/Note 1:	
Informazioni aggiuntive/Note 2:	

## SPD

Tipologia utenza:	<b>Terminale SPD</b>		
Costruttore SPD:	<b>DEHN</b>	Tensione di protezione Up a Iimp:	<b>1,5 kV</b>
Sigla SPD:	<b>DV M TNS 255 FM</b>	Tensione nominale:	<b>400 V</b>
Classe di prova SPD:	<b>I</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Numero poli SPD:	<b>3N</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Codice materiale SPD:	<b>DEH951405</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Corrente ad impulso Iimp:	<b>100 kA</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>15,3 kA</b>	Ik2min:	<b>12,2 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>15,3 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>5,96 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>5631 A</b>	Ip1fn:	<b>8 kA</b>
Ik max:	<b>14,9 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>5,63 kA</b>
Ip:	<b>15 kA</b>	Zk min:	<b>15,5 mohm</b>
Ik min:	<b>14,1 kA</b>	Zk max:	<b>15,6 mohm</b>
Ik2max:	<b>12,9 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>38,7 mohm</b>
Ip2:	<b>13,4 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>39 mohm</b>

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+Q0-QA6**  
Denominazione 1:  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>37,8 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>37,8 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>37,8 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>54,6 A</b>	Potenza totale:	<b>69,3 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>31,5 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>15,3 kA</b>	Ik2min:	<b>12,2 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>15,3 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>5,96 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>5631 A</b>	Ip1fn:	<b>6,43 kA</b>
Ik max:	<b>14,9 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>5,63 kA</b>
Ip:	<b>9,03 kA</b>	Zk min:	<b>15,5 mohm</b>
Ik min:	<b>14,1 kA</b>	Zk max:	<b>15,6 mohm</b>
Ik2max:	<b>12,9 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>38,7 mohm</b>
Ip2:	<b>8,64 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>39 mohm</b>

## Protezione

Costruttore protezione:	<b>BTICINO</b>	Taratura termica neutro:	<b>100 A</b>
Sigla protezione:	<b>BTDIN 160-C</b>	Taratura magnetica neutro:	<b>700 A</b>
Tipo protezione:	<b>MT</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>16 kA</b>
Corrente nominale protez.:	<b>100 A</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>16 &gt;= 15,3 kA</b>
Numero poli:	<b>4</b>	Norma:	<b>Icu-EN60947</b>
Curva di sgancio:	<b>C</b>		
Taratura termica:	<b>100 A</b>		
Taratura magnetica:	<b>700 A</b>		
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>700 &lt; 5631 A</b>		

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+Q0-QA7**  
Denominazione 1:  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>52,2 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>52,2 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>58 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>25,3 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>110,9 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>83,7 A</b>	Potenza disponibile:	<b>52,9 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>14,9 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>12,2 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>15,3 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> max:	<b>5,96 kA</b>
Imag <sub>max</sub> (magnetica massima):	<b>5631 A</b>	Ip <sub>1fn</sub> :	<b>8,87 kA</b>
Ik <sub>m</sub> max:	<b>14,9 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> min:	<b>5,63 kA</b>
Ip:	<b>15,7 kA</b>	Zk <sub>min</sub> :	<b>15,5 mohm</b>
Ik <sub>m</sub> min:	<b>14,1 kA</b>	Zk <sub>max</sub> :	<b>15,6 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>12,9 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> min:	<b>38,7 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>14,1 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> mx:	<b>39 mohm</b>

## Protezione

Costruttore protezione:	<b>BTICINO</b>		
Sigla protezione:	<b>MEGATIKER MA160 + MEGATIKER GL160 sottop</b>		
Tipo protezione:	<b>MT+D</b>		
Corrente nominale protez.:	<b>160 A</b>	Taratura termica neutro:	<b>100,8 A</b>
Numero poli:	<b>4</b>	Taratura magnetica neutro:	<b>1008 A</b>
Curva di sgancio:	<b>E</b>	Taratura differenziale:	<b>0,03 A</b>
Classe d'impiego:	<b>AS</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>36 kA</b>
Taratura termica:	<b>160 A</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>36 &gt;= 14,9 kA</b>
Taratura magnetica:	<b>1600 A</b>	Norma:	<b>Icu-EN60947</b>
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>1600 &lt; 5631 A</b>		



# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
 Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.FTV-Cavo**  
 Denominazione 1: **LINEA QUADRO FTV "QE.FTV"**  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>42 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>0,9</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>37,8 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>37,8 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>54,6 A</b>	Potenza totale:	<b>69,3 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>31,5 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x35)+1x16+1G16</b>		
Tipo posa:	11 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura posati su pareti		
Disposizione posa:	Singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate		
Designazione cavo	FG16R16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>EPR</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>2,505E+07 A<sup>2</sup>s</b>
Tabella posa:	<b>CEI-UNEL 35024/1</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	<b>5,235E+06 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	<b>7,93E+06 A<sup>2</sup>s</b>
Lunghezza linea:	<b>10 m</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,168 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>133,5 A</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,178 %</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>84,5 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>0,79 (Numero circuiti: 3)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>40 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>1</b>	Temperatura cavo a In:	<b>63,7 °C</b>
Coefficiente di declassamento	<b>0,79</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>54,6&lt;=100&lt;=133,5 A</b>

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>15,3 kA</b>	Ik2min:	<b>8,57 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>12,6 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>4,78 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>3645 A</b>	Ip1fn:	<b>6,43 kA</b>
Ik max:	<b>12,3 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>3,65 kA</b>
Ip:	<b>9,03 kA</b>	Zk min:	<b>18,7 mohm</b>
Ik min:	<b>9,89 kA</b>	Zk max:	<b>22,2 mohm</b>
Ik2max:	<b>10,7 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>48,3 mohm</b>
Ip2:	<b>8,64 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>60,2 mohm</b>

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.FTV-5Q1**  
Denominazione 1: **GENERALE DI QUADRO**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>42 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>42 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>42 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>60,6 A</b>	Potenza totale:	<b>69,3 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>27,3 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>12,6 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>8,57 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>12,6 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> max:	<b>4,78 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>3645 A</b>	Ip <sub>1fn</sub> :	<b>5,12 kA</b>
Ik max:	<b>12,3 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> min:	<b>3,65 kA</b>
Ip:	<b>7,06 kA</b>	Zk min:	<b>18,7 mohm</b>
Ik min:	<b>9,89 kA</b>	Zk max:	<b>22,2 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>10,7 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> min:	<b>48,3 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>6,67 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> mx:	<b>60,2 mohm</b>

## Protezione

Costruttore protezione:	<b>BTICINO</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>100 A</b>
Sigla protezione:	<b>Sez. F74N 100A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Corrente nominale protez.:	<b>100 A</b>		
Numero poli:	<b>4</b>		

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.FTV-QA10**  
Denominazione 1: **GENERALE FOTVOLTAICO RINCALZO**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>42 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>42 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>42 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>60,6 A</b>	Potenza totale:	<b>69,3 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>27,3 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>12,6 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>8,57 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>12,6 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> max:	<b>4,78 kA</b>
Imag <sub>max</sub> (magnetica massima):	<b>3645 A</b>	Ip <sub>1fn</sub> :	<b>5,12 kA</b>
Ik <sub>max</sub> :	<b>12,3 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> min:	<b>3,65 kA</b>
Ip:	<b>7,06 kA</b>	Zk <sub>min</sub> :	<b>18,7 mohm</b>
Ik <sub>min</sub> :	<b>9,89 kA</b>	Zk <sub>max</sub> :	<b>22,2 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>10,7 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> min:	<b>48,3 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>6,67 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> mx:	<b>60,2 mohm</b>

## Protezione

Costruttore protezione:	<b>BTICINO</b>		
Sigla protezione:	<b>BTDIN 160-C</b>		
Tipo protezione:	<b>MT</b>		
Corrente nominale protez.:	<b>100 A</b>	Taratura termica neutro:	<b>100 A</b>
Numero poli:	<b>4</b>	Taratura magnetica neutro:	<b>700 A</b>
Curva di sgancio:	<b>C</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>16 kA</b>
Taratura termica:	<b>100 A</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>16 &gt;= 12,6 kA</b>
Taratura magnetica:	<b>700 A</b>	Norma:	<b>Ics-EN60947</b>
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>700 &lt; 3645 A</b>		

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.FTV-Cavi M2**  
Denominazione 1: **CAVI M2**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>42 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>42 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>42 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>60,6 A</b>	Potenza totale:	<b>69,3 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>27,3 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x35)+1x16+1G16</b>		
Tipo posa:	11 - cavi unipolari con guaina, con o senza armatura posati su pareti		
Disposizione posa:	Singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate		
Designazione cavo	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>EPR</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>2,505E+07 A<sup>2</sup>s</b>
Tabella posa:	<b>CEI-UNEL 35024/1</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	<b>5,235E+06 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	<b>7,93E+06 A<sup>2</sup>s</b>
Lunghezza linea:	<b>2 m</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,037 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>169 A</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,215 %</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>107 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>1 (Numero circuiti: 1)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>37,7 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>1</b>	Temperatura cavo a In:	<b>51 °C</b>
Coefficiente di declassamento	<b>1</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>60,6&lt;=100&lt;=169 A</b>

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>12,6 kA</b>	Ik2min:	<b>7,97 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>12,1 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>4,55 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>3339 A</b>	Ip1fn:	<b>5,12 kA</b>
Ik max:	<b>11,8 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>3,34 kA</b>
Ip:	<b>7,06 kA</b>	Zk min:	<b>19,5 mohm</b>
Ik min:	<b>9,2 kA</b>	Zk max:	<b>23,9 mohm</b>
Ik2max:	<b>10,2 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>50,8 mohm</b>
Ip2:	<b>6,67 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>65,7 mohm</b>

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.FTV-DDG1**  
Denominazione 1: **INVERTER U1**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>17 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>17 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>17 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>24,5 A</b>	Potenza totale:	<b>34,6 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>17,6 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>12,1 kA</b>	Ik2min:	<b>7,97 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>12,1 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>4,55 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>3339 A</b>	Ip1fn:	<b>4,03 kA</b>
Ik max:	<b>11,8 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>3,34 kA</b>
Ip:	<b>5,93 kA</b>	Zk min:	<b>19,5 mohm</b>
Ik min:	<b>9,2 kA</b>	Zk max:	<b>23,9 mohm</b>
Ik2max:	<b>10,2 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>50,8 mohm</b>
Ip2:	<b>5,31 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>65,7 mohm</b>

## Protezione

Costruttore protezione:	<b>BTICINO</b>		
Sigla protezione:	<b>BTDIN 100-C + DIFF 250/500-A-0,3A</b>		
Tipo protezione:	<b>MT+D</b>		
Corrente nominale protez.:	<b>50 A</b>	Taratura termica neutro:	<b>50 A</b>
Numero poli:	<b>4</b>	Taratura magnetica neutro:	<b>500 A</b>
Curva di sgancio:	<b>C</b>	Taratura differenziale:	<b>0,3 A</b>
Classe d'impiego:	<b>A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>12,5 kA</b>
Taratura termica:	<b>50 A</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>12,5 &gt;= 12,1 kA</b>
Taratura magnetica:	<b>500 A</b>	Norma:	<b>Icu-EN60947</b>
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>500 &lt; 3339 A</b>		

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.FTV-DDG2**  
Denominazione 1: **INVERTER U2**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>25 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>25 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>25 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>36,1 A</b>	Potenza totale:	<b>43,6 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>18,6 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>12,1 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>7,97 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>12,1 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> max:	<b>4,55 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>3339 A</b>	Ip <sub>1fn</sub> :	<b>4,03 kA</b>
Ik max:	<b>11,8 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> min:	<b>3,34 kA</b>
Ip:	<b>5,93 kA</b>	Zk min:	<b>19,5 mohm</b>
Ik min:	<b>9,2 kA</b>	Zk max:	<b>23,9 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>10,2 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> min:	<b>50,8 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>5,31 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> mx:	<b>65,7 mohm</b>

## Protezione

Costruttore protezione:	<b>BTICINO</b>		
Sigla protezione:	<b>BTDIN 100-C + DIFF 250/500-A-0,3A</b>		
Tipo protezione:	<b>MT+D</b>		
Corrente nominale protez.:	<b>63 A</b>	Taratura termica neutro:	<b>63 A</b>
Numero poli:	<b>4</b>	Taratura magnetica neutro:	<b>630 A</b>
Curva di sgancio:	<b>C</b>	Taratura differenziale:	<b>0,3 A</b>
Classe d'impiego:	<b>A</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>12,5 kA</b>
Taratura termica:	<b>63 A</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>12,5 &gt;= 12,1 kA</b>
Taratura magnetica:	<b>630 A</b>	Norma:	<b>Icu-EN60947</b>
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>630 &lt; 3339 A</b>		

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
 Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.FTV-U1**  
 Denominazione 1: **INVERTER**  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>		
Potenza nominale:	<b>17 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>17 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>17 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>24,5 A</b>	Potenza totale:	<b>34,6 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>17,6 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Sistema distribuzione:	<b>TT</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>5G16</b>		
Tipo posa:	12 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle non perforate		
Disposizione posa:	Singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate		
Designazione cavo	FG100M1 0.6/1 kV		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>EPR</b>	K²S² conduttore fase:	<b>5,235E+06 A²s</b>
Tabella posa:	<b>CEI-UNEL 35024/1</b>	K²S² neutro:	<b>5,235E+06 A²s</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	K²S² PE:	<b>5,235E+06 A²s</b>
Lunghezza linea:	<b>3 m</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,049 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>75,8 A</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,264 %</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>75,8 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>0,79 (Numero circuiti: 3)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>36,3 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>1</b>	Temperatura cavo a In:	<b>56,1 °C</b>
Coefficiente di declassamento	<b>0,79</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>24,5&lt;=50&lt;=75,8 A</b>

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikmax a monte:	<b>12,1 kA</b>	Ik2min:	<b>6,44 kA</b>
Ikmax a valle:	<b>10,7 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>4,12 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>2829 A</b>	Ip1fn:	<b>4,03 kA</b>
Ik max:	<b>10,5 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>2,83 kA</b>
Ip:	<b>5,93 kA</b>	Zk min:	<b>22 mohm</b>
Ik min:	<b>7,43 kA</b>	Zk max:	<b>29,5 mohm</b>
Ik2max:	<b>9,1 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>56 mohm</b>
Ip2:	<b>5,31 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>77,5 mohm</b>

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
 Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.FTV-U2**  
 Denominazione 1: **INVERTER**  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>		
Potenza nominale:	<b>25 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>25 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>25 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>36,1 A</b>	Potenza totale:	<b>43,6 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>1</b>	Potenza disponibile:	<b>18,6 kVA</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Sistema distribuzione:	<b>TT</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>5G25</b>		
Tipo posa:	12 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle non perforate		
Disposizione posa:	Singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate		
Designazione cavo	FG100M1 0.6/1 kV		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>EPR</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> conduttore fase:	<b>1,278E+07 A<sup>2</sup>s</b>
Tabella posa:	<b>CEI-UNEL 35024/1</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> neutro:	<b>1,278E+07 A<sup>2</sup>s</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	K <sup>2</sup> S <sup>2</sup> PE:	<b>1,278E+07 A<sup>2</sup>s</b>
Lunghezza linea:	<b>3 m</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,046 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>94 A</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,262 %</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>94 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>0,79 (Numero circuiti: 3)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>38,8 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>1</b>	Temperatura cavo a In:	<b>56,9 °C</b>
Coefficiente di declassamento	<b>0,79</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>36,1&lt;=63&lt;=94 A</b>

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>12,1 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>6,92 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>11,1 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> max:	<b>4,26 kA</b>
Imag <sub>max</sub> (magnetica massima):	<b>2993 A</b>	Ip <sub>1fn</sub> :	<b>4,03 kA</b>
Ik <sub>m</sub> max:	<b>10,9 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> min:	<b>2,99 kA</b>
Ip:	<b>5,93 kA</b>	Zk <sub>min</sub> :	<b>21,1 mohm</b>
Ik <sub>m</sub> min:	<b>7,99 kA</b>	Zk <sub>max</sub> :	<b>27,5 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>9,47 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> min:	<b>54,2 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>5,31 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> mx:	<b>73,3 mohm</b>



# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.CT-Cavo**  
Denominazione 1: **LINEA QUADRO CT "QE.CT"**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>58 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>0,9</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>52,2 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>58 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>25,3 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>110,9 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>83,7 A</b>	Potenza disponibile:	<b>52,9 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x70)+1x35+1G35</b>		
Tipo posa:	Cavi unipolari con guaina in tubi protettivi interrati (1 cavo per tubo)		
Disposizione posa:	In tubi interrati unipolare a 0.5 m		
Designazione cavo	FG16R16 0.6/1 kV Cca-s3,d1,a3		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>EPR</b>	K²S² conduttore fase:	<b>1,002E+08 A²s</b>
Tabella posa:	<b>CEI-UNEL 35026</b>	K²S² neutro:	<b>2,505E+07 A²s</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	K²S² PE:	<b>3,795E+07 A²s</b>
Lunghezza linea:	<b>60 m</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,765 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>202 A</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>0,775 %</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>135,7 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>20 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>1 (Numero circuiti: 1)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>32 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>1</b>	Temperatura cavo a In:	<b>63,9 °C</b>
Coefficiente di declassamento	<b>1,02</b>	Coordinamento $I_b \leq I_n \leq I_z$ :	<b>83,7 &lt;= 160 &lt;= 202 A</b>

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikmax a monte:	<b>14,9 kA</b>	Ik2min:	<b>4,57 kA</b>
IkV max a valle:	<b>8,33 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>3,02 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>1873 A</b>	Ip1fn:	<b>8,87 kA</b>
Ik max:	<b>7,97 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>1,87 kA</b>
Ip:	<b>15,7 kA</b>	Zk min:	<b>29 mohm</b>
Ik min:	<b>5,28 kA</b>	Zk max:	<b>41,6 mohm</b>
Ik2max:	<b>6,9 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>76,4 mohm</b>
Ip2:	<b>14,1 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>117,1 mohm</b>

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.CT-QGCT**  
Denominazione 1: **GENERALE DI QUADRO**  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>58 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>58 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>64,4 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>28,1 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>110,9 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>93 A</b>	Potenza disponibile:	<b>46,4 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>7,98 kA</b>	Ik2min:	<b>4,57 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>8,33 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>3,02 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>1873 A</b>	Ip1fn:	<b>4,23 kA</b>
Ik max:	<b>7,97 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>1,87 kA</b>
Ip:	<b>9,09 kA</b>	Zk min:	<b>29 mohm</b>
Ik min:	<b>5,28 kA</b>	Zk max:	<b>41,6 mohm</b>
Ik2max:	<b>6,9 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>76,4 mohm</b>
Ip2:	<b>7,99 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>117,1 mohm</b>

## Protezione

Costruttore protezione:	<b>BTICINO</b>	Corrente sovraccarico Ins:	<b>160 A</b>
Sigla protezione:	<b>MEGATIKER MS1 160</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>n.d.</b>
Corrente nominale protez.:	<b>160 A</b>		
Numero poli:	<b>4</b>		

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.CT-QA13**  
Denominazione 1:  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>48 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>48 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>53,3 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>23,2 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>86,6 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>77 A</b>	Potenza disponibile:	<b>33,3 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ik <sub>m</sub> max a monte:	<b>7,98 kA</b>	Ik <sub>2min</sub> :	<b>4,57 kA</b>
Ik <sub>v</sub> max a valle:	<b>8,33 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> max:	<b>3,02 kA</b>
Imag <sub>max</sub> (magnetica massima):	<b>1873 A</b>	Ip <sub>1fn</sub> :	<b>3,5 kA</b>
Ik <sub>max</sub> :	<b>7,97 kA</b>	Ik <sub>1fn</sub> min:	<b>1,87 kA</b>
Ip:	<b>6,41 kA</b>	Zk <sub>min</sub> :	<b>29 mohm</b>
Ik <sub>min</sub> :	<b>5,28 kA</b>	Zk <sub>max</sub> :	<b>41,6 mohm</b>
Ik <sub>2max</sub> :	<b>6,9 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> min:	<b>76,4 mohm</b>
Ip <sub>2</sub> :	<b>5,69 kA</b>	Zk <sub>1fn</sub> mx:	<b>117,1 mohm</b>

## Protezione

Costruttore protezione:	<b>BTICINO</b>		
Sigla protezione:	<b>BTDIN 160-C + DIFF 160/250-AC-0.3A</b>		
Tipo protezione:	<b>MT+D</b>		
Corrente nominale protez.:	<b>125 A</b>	Taratura termica neutro:	<b>125 A</b>
Numero poli:	<b>4</b>	Taratura magnetica neutro:	<b>875 A</b>
Curva di sgancio:	<b>C</b>	Taratura differenziale:	<b>0,3 A</b>
Classe d'impiego:	<b>AC</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>16 kA</b>
Taratura termica:	<b>125 A</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>16 &gt;= 7,98 kA</b>
Taratura magnetica:	<b>875 A</b>	Norma:	<b>Icu-EN60947</b>
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>875 &lt; 1873 A</b>		

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.CT-QA14**  
Denominazione 1:  
Denominazione 2:  
Informazioni aggiuntive/Note 1:  
Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Distribuzione generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>10 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>10 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>11,1 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>4,84 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>17,3 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>16 A</b>	Potenza disponibile:	<b>6,21 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>		
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>8,33 kA</b>	Ik2min:	<b>4,57 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>8,33 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>3,02 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>1873 A</b>	Ip1fn:	<b>2,47 kA</b>
Ik max:	<b>7,97 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>1,87 kA</b>
Ip:	<b>3,86 kA</b>	Zk min:	<b>29 mohm</b>
Ik min:	<b>5,28 kA</b>	Zk max:	<b>41,6 mohm</b>
Ik2max:	<b>6,9 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>76,4 mohm</b>
Ip2:	<b>3,54 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>117,1 mohm</b>

## Protezione

Costruttore protezione:	<b>BTICINO</b>		
Sigla protezione:	<b>BTDIN 100-C</b>		
Tipo protezione:	<b>MT</b>		
Corrente nominale protez.:	<b>25 A</b>	Taratura termica neutro:	<b>25 A</b>
Numero poli:	<b>4</b>	Taratura magnetica neutro:	<b>250 A</b>
Curva di sgancio:	<b>C</b>	Potere di interruzione PdI:	<b>9 kA</b>
Taratura termica:	<b>25 A</b>	Verifica potere di interruzione:	<b>9 &gt;= 8,33 kA</b>
Taratura magnetica:	<b>250 A</b>	Norma:	<b>Ics-EN60947</b>
Sg. magnetico < I mag. massima:	<b>250 &lt; 1873 A</b>		

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
 Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.CT-PDC**  
 Denominazione 1: **POMPA DI CALORE**  
 Denominazione 2:  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale motore</b>		
Potenza nominale:	<b>48 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>48 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>53,3 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>23,2 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>86,6 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>77 A</b>	Potenza disponibile:	<b>33,3 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>	Potenza meccanica motore:	<b>48 kW</b>
Sistema distribuzione:	<b>TT</b>	Rendimento motore:	<b>1</b>

## Cavi

Formazione:	<b>3x(1x50)+1x25+1G25</b>		
Tipo posa:	61 cavi unipolari con guaina in tubi protettivi interrati		
Disposizione posa:	In tubi interrati a 0.5 m		
Designazione cavo	FG16M16 0.6/1 kV Cca-s1b,d1,a1		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>EPR</b>	K²S² conduttore fase:	<b>5,112E+07 A²s</b>
Tabella posa:	<b>CEI-UNEL 35026</b>	K²S² neutro:	<b>1,278E+07 A²s</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	K²S² PE:	<b>1,936E+07 A²s</b>
Lunghezza linea:	<b>15 m</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,239 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>137,7 A</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>1,01 %</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>91,8 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>20 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>0,9 (Numero circuiti: 3)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>41,9 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>1</b>	Temperatura cavo a In:	<b>77,7 °C</b>
Coefficiente di declassamento	<b>0,918</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>77&lt;=125&lt;=137,7 A</b>

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikm max a monte:	<b>7,98 kA</b>	Ik2min:	<b>3,65 kA</b>
Ikv max a valle:	<b>7,1 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>2,51 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>1472 A</b>	Ip1fn:	<b>3,5 kA</b>
Ik max:	<b>6,76 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>1,47 kA</b>
Ip:	<b>6,41 kA</b>	Zk min:	<b>34,2 mohm</b>
Ik min:	<b>4,22 kA</b>	Zk max:	<b>52 mohm</b>
Ik2max:	<b>5,85 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>92 mohm</b>
Ip2:	<b>5,69 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>149,1 mohm</b>

# Dati completi utenza

Data: 27/07/2023  
 Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

## Identificazione

Sigla utenza: **+QE.CT-QCT**  
 Denominazione 1: **QUADRO CT**  
 Denominazione 2: **ESISTENTE**  
 Informazioni aggiuntive/Note 1:  
 Informazioni aggiuntive/Note 2:

## Utenza

Tipologia utenza:	<b>Terminale generica</b>	Sistema distribuzione:	<b>TT</b>
Potenza nominale:	<b>10 kW</b>	Collegamento fasi:	<b>3F+N</b>
Coefficiente:	<b>1</b>	Frequenza ingresso:	<b>50 Hz</b>
Potenza dimensionamento:	<b>10 kW</b>	Pot. trasferita a monte:	<b>11,1 kVA</b>
Potenza reattiva:	<b>4,84 kVAR</b>	Potenza totale:	<b>17,3 kVA</b>
Corrente di impiego Ib:	<b>16 A</b>	Potenza disponibile:	<b>6,21 kVA</b>
Fattore di potenza:	<b>0,9</b>	Numero carichi utenza:	<b>1</b>
Tensione nominale:	<b>400 V</b>		

## Cavi

Formazione:	<b>5G6</b>		
Tipo posa:	12 - cavi multipolari con o senza armatura su passerelle non perforate		
Disposizione posa:	Singolo strato su muro, pavimento o passerelle non perforate		
Designazione cavo	FG100M1 0.6/1 kV		
Isolante (fase+neutro+PE):	<b>EPR</b>	K²S² conduttore fase:	<b>7,362E+05 A²s</b>
Tabella posa:	<b>CEI-UNEL 35024/1</b>	K²S² neutro:	<b>7,362E+05 A²s</b>
Materiale conduttore:	<b>RAME</b>	K²S² PE:	<b>7,362E+05 A²s</b>
Lunghezza linea:	<b>10 m</b>	Caduta di tensione parziale a Ib:	<b>0,266 %</b>
Corrente ammissibile Iz:	<b>41,1 A</b>	Caduta di tensione totale a Ib:	<b>1,04 %</b>
Corrente ammissibile neutro:	<b>41,1 A</b>	Temperatura ambiente:	<b>30 °C</b>
Coefficiente di prossimità:	<b>0,79 (Numero circuiti: 3)</b>	Temperatura cavo a Ib:	<b>39,1 °C</b>
Coefficiente di temperatura:	<b>1</b>	Temperatura cavo a In:	<b>52,2 °C</b>
Coefficiente di declassamento	<b>0,79</b>	Coordinamento Ib<=In<=Iz:	<b>16&lt;=25&lt;=41,1 A</b>

## Condizioni di guasto (CEI EN 60909-0)

Ikmax a monte:	<b>8,33 kA</b>	Ik2min:	<b>1,87 kA</b>
Ikmax a valle:	<b>4,09 kA</b>	Ik1fnmax:	<b>1,7 kA</b>
Imagmax (magnetica massima):	<b>918,2 A</b>	Ip1fn:	<b>2,47 kA</b>
Ik max:	<b>3,99 kA</b>	Ik1fnmin:	<b>0,918 kA</b>
Ip:	<b>3,86 kA</b>	Zk min:	<b>57,9 mohm</b>
Ik min:	<b>2,15 kA</b>	Zk max:	<b>101,8 mohm</b>
Ik2max:	<b>3,46 kA</b>	Zk1fnmin:	<b>135,6 mohm</b>
Ip2:	<b>3,54 kA</b>	Zk1fnmx:	<b>238,9 mohm</b>

## Verifiche

Commessa:	PIANO DI MESSA IN SICUREZZA E RIQUALIFICAZIONE DELL'EDILIZIA SCOLASTICA
Descrizione:	SCUOLA SECONDARIA DI PRIMO GRADO COMUNE DI ROVERBELLA (MN)
Cliente:	COMUNE DI ROVERBELLA
Responsabile:	QUAGLIA ING. SIMONE
Data:	27/07/2023
Alimentazioni:	RETE ELETTRICA SISTEMA TT
Tipo di quadro:	QUADRI DI DISTRIBUZIONE BASSA TENSIONE
Grado di protezione:	VEDI ELABORATI DI PROGETTO
Materiali usati:	VEDI ELABORATI DI PROGETTO
Riferimenti:	VEDI ELABORATI DI PROGETTO
Operatore:	
Note:	

# Verifiche

Data: 27/07/2023  
 Cliente: COMUNE DI ROVERBELLA

Utenza	Ib<=In<=Iz	Verif. PdI	Ver. I <sup>2</sup> t	Imag<Imagmax	Contatti indiretti	CdtT (Ib)
<b>Q0</b>						
Cavo	128,5<=282<=444 A				Verificato	0,01<=4 %
QA1	7,94<=32 A (Ib<=In)	16 >= 15,3 kA		224 < 5631 A	Verificato	0,01<=4 %
QA2	134,9<=250 A (Ib<=In)	25 >= 14,9 kA		2500 < 5631 A	Verificato	0,01<=1,5 %
POMPA ANTINCENDIO	8,82<=32<=50,5 A		Verificato		Verificato	0,351<=4 %
QA6	54,6<=100 A (Ib<=In)	16 >= 15,3 kA		700 < 5631 A	Verificato	0,01<=4 %
QA7	83,7<=160 A (Ib<=In)	36 >= 14,9 kA		1600 < 5631 A	Verificato	0,01<=4 %
<b>QE.FTV</b>						
Cavo	54,6<=100<=133,5 A		Verificato		Verificato	0,178<=4 %
5Q1	60,6<=100 A (Ib<=In)				Verificato	0,178<=4 %
QA10	60,6<=100 A (Ib<=In)	16 >= 12,6 kA		700 < 3645 A	Verificato	0,178<=4 %
Cavi M2	60,6<=100<=169 A		Verificato		Verificato	0,215<=4 %
DDG1	24,5<=50 A (Ib<=In)	12,5 >= 12,1 kA		500 < 3339 A	Verificato	0,215<=4 %
DDG2	36,1<=63 A (Ib<=In)	12,5 >= 12,1 kA		630 < 3339 A	Verificato	0,215<=4 %
U1	24,5<=50<=75,8 A		Verificato		Verificato	0,264<=4 %
U2	36,1<=63<=94 A		Verificato		Verificato	0,262<=4 %
<b>QE.CT</b>						
Cavo	83,7<=160<=202 A		Verificato		Verificato	0,775<=4 %
QGCT	93<=160 A (Ib<=In)				Verificato	0,775<=4 %
QA13	77<=125 A (Ib<=In)	16 >= 7,98 kA		875 < 1873 A	Verificato	0,775<=4 %
QA14	16<=25 A (Ib<=In)	9 >= 8,33 kA		250 < 1873 A	Verificato	0,775<=4 %
PDC	77<=125<=137,7 A		Verificato		Verificato	1,01<=4 %
QCT	16<=25<=41,1 A		Verificato		Verificato	1,04<=4 %



Villafranca di Verona, 16 giugno 2023

Ing. Simone Quaglia

