Consorzio di Bonifica PIANURA di FERRARA

44121 Ferrara - Via Borgo dei Leoni, 28
Codice Fiscale 93076450381
Tel.: 0532.218211 - Fax: 0532.211402
E-mail: info@bonificaferrara.it

PROGETTO CIARLE

PROGETTO ESECUTIVO

OPERE DI COMPETENZA DEL MINISTERO DELLE POLITICHE AGRICOLE.
RETE RURALE NAZIONALE 2014–2020.
BANDO PSRN PROGRAMMA SVILUPPO RURALE NAZIONALE–SOTTOMISURA 4.3–
OPERAZIONE 4.3.1–INVESTIMENTI IN INFRASTRUTTURE IRRIGUE

LAVORI DI IMPLEMENTAZIONE PRIMARIA DEL SISTEMA IRRIGUO CIARLE
NEI COMUNI DI POGGIO RENATICO E TERRE DEL RENO (FE)–
CONDOTTO DISTRIBUTORE SUD E IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO

CUP : J81E17000370006

RELAZIONI SPECIALISTICHE

OPERE ELETTROMECCANICHE

2017-ADEGUAMENTO COMPLESSIVO

Oggetto dell'elaborato:

DOCUMENTI-RELAZIONE TECNICA E CALCOLI

Elab. n°

7.b.4.3.1

Pos. arch.

Data: **12 MAGGIO 2017**

Scala:

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
(Dott. Ing. Marco Volpin)

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

IL PROGETTISTA
(Ing. Valeria Chierici)

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI FERRARA
N. 1324 Albo
dott. ing.
Valeria CHIERICI

IL PROGETTISTA OPERE ELETTROMECCANICHE
(Ing. Gianluca Forlani)

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI FERRARA
N. 1257 Albo
dott. ing.
Gianluca FORLANI

I COLLABORATORI TECNICI
P.I. Geom. Riccardo Merchiori
P.I. Geom. Michele Bottoni

Elab.:

Aggiornamenti:

File:

Consorzio di Bonifica
PIANURA di FERRARA

Via Borgo dei Leoni n. 28 – 44121 Ferrara

Impianto

CIARLE 1317

Via Ciarle, 17 – S.Agostino (FE)

IMPIANTO ELETTRICO LUCE E F.M.

(D.M. 37/08)

RELAZIONE TECNICA

E CALCOLI

Ferrara lì 20.04.2017

Il Tecnico

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI FERRARA
N. 1378 Albo
dott. ing.
Andrea GUARALDI

Studio di Ingegneria GUARALDI ANDREA
tel. 0532741112 - fax 0532741096
Via Darsena n. 67 – 44122 FERRARA
studioing.guaraldiandrea@gmail.com

Premessa

La presente relazione tecnica è redatta a completamento e supporto della "*Dichiarazione di Rispondenza*", inerente l'impianto elettrico installato c/o ***impianto Ciarle ,*** Via Ciarle, 17 – S.Agostino (FE)

La relazione è composta delle seguenti parti:

- **Parte I°:** Relazione tecnica descrittiva;
- **Parte II°:** Calcolo della portata delle linee elettriche e delle correnti di corto circuito ad inizio e fine linea;
- **Parte III°**: Verifica della protezione delle linee dai sovraccarichi, corto circuiti e contatti indiretti;

N.B. E' parte integrante della presente relazione le tavole:

- E1Crl: "Schema impianto elettrico";

- E2Crl: "Planimetria impianto di terra ed interconnessioni elettriche principali"

PARTE I°

RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

1 - Committente

CONSORZIO DI BONIFICA PIANURA di FERRARA con sede in Ferrara Via Borgo dei Leoni n. 28.

2 - Ubicazione dell'impianto

Impianto CIARLE , Via Ciarle, 17 – S.Agostino (FE)

3 - Oggetto del lavoro:

Redazione della documentazione tecnica da allegare alla "*Dichiarazione di Rispondenza*".

4 - Leggi e norme tecniche di riferimento:

- DL.gs n. 81 del 09.04.2008 "***Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro***";
- D.M. n. 37 del 22.01.2008 "*Regolamento recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici"*;
- Norma CEI 64-8: "*Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000V in corrente alternata e a 1.500V in corrente continua*"
  - Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali;
  - Parte 2: Definizioni
  - Parte 3: Caratteristiche generali
  - Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza
  - Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici
  - Parte 6: Verifiche
  - Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari

5 - Destinazione d'uso dei locali:

Edificio destinato ad impianto sollevamento acque.

6 - Luoghi soggetti a normative specifiche:

Gli ambienti vengono classificati "ordinari" in relazione ai rischi ed alla pericolosità derivanti dalla destinazione d'uso dei locali e dagli impianti elettrici ivi installati; ovvero non si

riscontra la presenza di luoghi con pericolo di esplosione e/o "*a maggior rischio in caso di incendio*".

7 - Temperatura ambiente:

Gli ambienti sono privi di impianto di riscaldamento e/o raffrescamento; si ipotizza una temperatura min. invernale di 5°C e massima in estate di 30°C.

8 - Presenza di corpi solidi estranei

Data la destinazione d'uso dei locali, non si prevede la presenza di corpi solidi estranei in quantità significativa ed a diretto contatto con l'impianto elettrico.

9 - Presenza di liquidi

Non si prevede la presenza di liquidi in quantità significative, ed in modalità tale che possa venire a contatto con l'impianto elettrico.

10 - Condizioni ambientali particolari

Non si prevedono condizioni ambientali particolari quali presenza di sostanze chimiche, vibrazioni, acidi, radiazioni, ecc.

11 - Tipo di intervento

Predisposizione della documentazione tecnica (relazione, calcoli ecc.) da allegare alla "*Dichiarazione di Rispondenza*" dell'impianto elettrico.

12 - Limiti di batteria

I limiti di batteria dell'impianto elettrico, sono costituiti da:

- a monte: dal punto di consegna dell'energia elettrica da parte dell'Ente distributore in media tensione (15kV);
- a valle: il limite di batteria dell'impianto elettrico è costituito dai morsetti degli utilizzatori elettrici (elettropompe, apparecchi illuminanti, prese ecc.).

13 - Tipo di alimentazione elettrica

- Sistema di distribuzione: tipo TN-S (rif. Norme C.E.I. 64-8) trifase con neutro distribuito (impianto elettrico con propria cabina di trasformazione MT/bt);
- Tensione nominale del sistema: ingresso ENEL 15KV;
- Tensione di funzionamento impianto: 400 V concatenata tra fase e fase e 230 V tra fase e neutro;
- Frequenza nominale: 50 Hz;
- Caduta di tensione massima prevista per le linee elettriche: 4%;

14 - Impianto luce

L'impianto luce costituito da plafoniere industriali con lampade fluorescenti, di tipo stagno e lampade di emergenza autonome ad intervento automatico.

15 - Impianto prese FM

L'impianto F.M. costituito principalmente dalle elettropompe idrauliche e dalle prese di servizio.

16 - Quadri elettrici

Quadro elettrico di distribuzione e automazione dell' impianto costituito da armadio metallico in acciaio zincato e verniciato con all'interno installati i dispositivi di protezione e/o automazione dell'impianto.

17 - Canalizzazioni

Canalizzazioni portatavi costituite da cunicoli a pavimento dotati di coperchio di protezione in lamiera e tubazioni rigide/flessibili e cassette di derivazione in PVC autoestinguenti (fissate in esterno "*a vista*" sulle pareti dei locali).

18 - Linee elettriche

Linee elettriche costituite da cavi in rame flessibile con guaina autoestinguente (tipo N07V-K/FG7OR/FROR), sezione minima 1,5mmq. per l'impianto luce e min. 2,5mmq per l'impianto F.M.

19 - Impianto di terra

Impianto di terra costituito da dispersori metallici (profilati, tubi ecc.) verticali infissi direttamente nel terreno e corda in Cu 50 mmq. nuda interrata.

20 - Dimensionamento dell'impianto

Impianto dimensionato in modo da realizzare le seguenti protezioni:

- Protezione dai contatti diretti: protezione delle persone dai contatti elettrici diretti ottenuta mediante il corretto isolamento di tutte le parti attive dell'impianto o inaccessibilità alle stesse.
- Protezione dai contatti indiretti: protezione delle persone dai contatti indiretti ottenuta mediante il corretto coordinamento tra l'impedenza dell'anello di guasto e la regolazione della corrente di intervento del dispositivo di protezione (sist. TN-S):

$$Z_s \times I_a \leq U_o$$

dove:

Z_s = è l'impedenza dell'anello di guasto

I_a = è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione entro un tempo di 5" e/o 0,4" **(max 5" per circuiti con corrente nominale > 32A e componenti elettrici fissi – max 0,4" per circuiti con corrente nominale < 32A).**

U_o = è la tensione nominale in c.a., valore efficace tra fase e terra.

N.B. A maggior sicurezza, l'impianto risulta dotato di protezione aggiuntiva mediante interruttori differenziali come si può rilevare dallo schema elettrico allegato alla presente.

- Protezione dalle sovracorrenti: protezione delle condutture dai sovraccarichi ottenuta mediante l'intervento di interruttori magnetotermici con adeguata taratura, scelta in virtù della sezione dei conduttori ad essi facenti capo e delle relative condizioni di posa; mentre la protezione delle condutture dai cortocircuiti sarà ottenuta scegliendo adeguatamente il potere di interruzione degli interruttori magnetotermici a monte delle linee da proteggere.

Come si vede dalle caratteristiche degli interruttori e dei conduttori elettrici utilizzati nell'impianto ed allegate in appendice alla presente, sono rispettate le seguenti condizioni:

$$Ib < In < Iz$$
$$If < 1{,}45 \times Iz$$
$$I^2 t < K^2 S^2$$

dove:

Ib = corrente di impiego del circuito

Iz = portata in regime permanente della conduttura

In = corrente nominale del dispositivo di protezione

K = coefficiente normalizzatore

t = tempo di intervento del dispositivo di protezione

S = sezione del conduttore

Ferrara lì 20.04.2017

Il Tecnico

ORDINE DEGLI INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI FERRARA
N. 1378 Albo
dott. ing.
Andrea GUARALDI

VERBALE DI VERIFICA IMPIANTI ELETTRICI
DI MESSA A TERRA
- D.P.R. 462/01 -

Verbale N. **AMBO0001-40177**

VERBALE DI VERIFICA PERIODICA
IMPIANTO DI TERRA
(DPR 462/01)

CONSORZIO DI BONIFICA
PIANURA DI FERRARA
24 NOV 2015
N. 16598

Data verifica: **8 ottobre 2015**

Dati dell'impianto oggetto della verifica:

Società / Attività:	**BONIFICA PIANURA DI FERRARA** **CIARLE 1317**
Indirizzo:	**VIA CIARLE, 17** **44047, S. AGOSTINO (FE)**
Anno di installazione dell'impianto:	**1987**
Progetto dell'impianto:	**NON DISPONIBILE**

Le caratteristiche e gli aspetti principali emersi dai controlli effettuati in merito alle condizioni di manutenzione ed efficienza dell'impianto di terra, per quanto attiene alla protezione contro i contatti indiretti, sono indicati nel rapporto tecnico di verifica allegato al presente verbale.

IN RELAZIONE A QUANTO ACCERTATO,
NON SONO STATE RISCONTRATE DEFICIENZE DA ELIMINARE

Il verificatore
STEFANO BOLOGNINI

Rapporto tecnico di verifica - Verbale N. AMBO0001-40177

SISTEMA TN

Il sottoscritto STEFANO BOLOGNINI
ha sottoposto a verifica l'impianto di terra dell'impianto ubicato presso:

BONIFICA PIANURA DI FERRARA CIARLE 1317
VIA CIARLE, 17
44047 S. AGOSTINO

Sulla base dell'esame a vista, misure e prove effettuate sono emersi i seguenti risultati.

- Il neutro è collegato alla stessa terra delle masse.
- Alcuni circuiti sono protetti con interruttore differenziale, il quale è efficiente ai fini della protezione contro i contatti indiretti.
- I circuiti di distribuzione, non protetti da un interruttore differenziale, presentano in fondo al circuito un'impedenza dell'anello di guasto che soddisfa la condizione Uo/Zs > I 5 s (vedasi tabella allegata).
- I circuiti terminali, non protetti da un interruttore differenziale, presentano in fondo al circuito un'impedenza dell'anello di guasto che soddisfa la condizione Uo/Zs > Ia (vedasi tabella).
- Esiste un'adeguata equipotenzialità.
- Le masse sono collegate al conduttore di protezione.
- I conduttori di protezione hanno sezione adeguata.
- I conduttori di protezione hanno colore giallo-verde o altro sistema di identificazione ammesso.
- Non sono stati utilizzati cavi di colore giallo-verde come conduttore di fase.
- Le connessioni ai morsetti di terra sono idonee e in buon stato di conservazione.
- Le prese a spina non hanno difetti evidenti ai fini della messa a terra.

Per un guasto a terra in alta tensione vedasi il rapporto tecnico di verifica "Cabina di trasformazione".

Misura dell'impedenza dell'anello di guasto L-PE (Zs)

Circuito	Zs (mohm)	Uo/Zs (kA)	Ia (kA) - 5s	Ia (kA) - 0,4s	Ia (kA) - 0,2s	Uo/Zs > Ia
LUCE MONTANTE TRAFO FM 315 KVA	39,0	6,05	3,15			Sì

Le misure e le prove sono state eseguite con i seguenti strumenti:

Tipo: AS5040-2
Matricola: 14070474

Costruttore: ASITA
Data ultima taratura: 19/09/2014

Durante la verifica era presente per conto del committente il Sig. ANDREA PASQUALI

Tempo impiegato ad effettuare la verifica: 4,0 h/uomo

Il tempo di verifica comprende:
- il tempo necessario per l'esame della documentazione;
- il tempo trascorso sull'impianto;
- il tempo di predisposizione del verbale e del rapporto tecnico.

Non sono compresi nel tempo di verifica i tempi di accesso all'impianto.

Osservazioni:
Nulla da segnalare

Data 08/10/2015

Il verificatore
STEFANO BOLOGNINI

Rapporto tecnico di verifica - Verbale N. AMBO0001-40177

CABINA DI TRASFORMAZIONE

Il sottoscritto STEFANO BOLOGNINI
ha sottoposto a verifica l'impianto di terra della(e) cabina(e) ubicata presso:

BONIFICA PIANURA DI FERRARA CIARLE 1317
VIA CIARLE, 17
44047 S. AGOSTINO

Sulla base dell'esame a vista, misure e prove effettuate sono emersi i seguenti risultati.

- Il valore della corrente di guasto monofase a terra (IF), comunicato dall'ente distributore, è di 143,32 A
- La resistenza di terra (RE) ha il valore: 0,48 ohm
- E' soddisfatta la condizione RE x IF <= UTp dunque l 'impianto di terra garantisce l'assenza di tensioni pericolose a seguito di un guasto sulla media tensione in cabina, sulle masse e sulle masse estranee dell'intero impianto utilizzatore (collegate allo stesso impianto di terra di cabina).
- Il tempo di durata del guasto, comunicato dall'ente distributore è 0,72 s
- L'impianto di terra è costituito da dispersori intenzionali e/o di fatto idonei.
- Le masse sono collegate a terra.
- I conduttori di terra hanno sezione adeguata.
- I conduttori di terra sono nudi oppure sono isolati di colore giallo-verde.
- Esiste un'adeguata equipotenzialità verso le masse estranee.
- I conduttori equipotenziali principali hanno sezione adeguata.
- I conduttori equipotenziali sono nudi oppure sono isolati di colore giallo-verde.
- Le connessioni ai morsetti di terra sono idonee e in buon stato di conservazione.

Le misure e le prove sono state eseguite con i seguenti strumenti:
Tipo: AS5040-2
Matricola: 14070474
Costruttore: ASITA
Data ultima taratura: 19/09/2014

Durante la verifica era presente per conto del committente il Sig. ANDREA PASQUALI

Data 08/10/2015

Il verificatore
STEFANO BOLOGNINI

PARTE II°

CALCOLO DELLA PORTATA DELLE LINEE ELETTRICHE E DELLE CORRENTI DI CORTO CIRCUITO AD INIZIO E FINE LINEA

ALIMENTAZIONE

DATI GENERALI DI IMPIANTO

Tensione Nominale [V]	Sistema di Neutro	Distribuzione	P. Contrattuale [kW]	Frequenza[Hz]
400	TNS	3 Fasi	-	50

ALIMENTAZIONE PRINCIPALE:TRASFORMATORE 315 KVA

n° trafo	n° rami attivi	S_{cc} a monte [MVA]	S_n [kVA]	$I_{n\ Trafo}$ [A]	V_{cc} [%]	P_{cu} [kW]
1	1	500	315	454,66	4	4,6

CALCOLI PORTATA LINEE ELETTRICHE E CORRENTI DI CORCTO CIRCUITO E GUASTO VERSO TERRA

LINEA: COLLEGAMENTO A TRASFORMATORE 315 KVA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
152	277,04	275,98	277,04	271,74	0,90		1,00	

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L1	3F+PE	uni	12	43	30			-	ravv.	1	1,0

Sezione Conduttori [mm^2] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
2x120		1x120	FG7R/Cu	0,9	0,5634	8,3655	19,7949	0,15	0,15	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
277	536,2	11,19	10,75		8,44

LINEA: POMPA P1

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
75	135,32	135,32	135,32	135,32	0,80	1,00		1,00

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.2.1	3F+PE	multi	40	63	30		1,06	0,8	dist.		1,0

Sezione Conduttori [mm^2] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 50		1x 25	H07RN-F/Cu	14,4	3,116	21,7655	21,9109	1,02	1,17	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
135,3	159,3	10,75	7,15		2,58

LINEA: RIFASAMENTO

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

Q [kvar]	I_b [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
20,19	41,67	0	0	0	0,90			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.2.2	3F+PE	multi	4	2	30			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm^2] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 25		1x 16	FG7OR/Cu	2,88	0,3252	10,2455	19,1201	0,06	0,21	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
41,7	89	10,75	10,02		6,42

LINEA: ELETTROVALVOLA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
1	2,77	2,77	2,77	0	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.2.3	2F+PE	multi	40	61	30		1,06	0,8	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm^2] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 1,5	1x 1,5		FG7OR/Cu	480,0	4,72	487,3655	23,5149	0,76	0,91	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
2,8	22,8	9,31	0,41		0,15

LINEA: POMPA P2

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
75	135,32	135,32	135,32	135,32	0,80	1,00		1,00

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.2.4	3F+PE	multi	50	63	30		1,06	0,8	dist.		1,0

Sezione Conduttori [mm^2] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 50		1x 25	H07RN-F/Cu	18,0	3,895	25,3655	22,6899	1,27	1,42	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
135,3	159,3	10,75	6,52		2,17

LINEA: RIFASAMENTO

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

Q [kvar]	I_b [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
20,19	41,67	0	0	0	0,90			

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.2.5	3F+PE	multi	4	2	30			-	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm^2] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 25		1x 16	FG7OR/Cu	2,88	0,3252	10,2455	19,1201	0,06	0,21	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
41,7	89	10,75	10,02		6,42

LINEA: ELETTROVALVOLA

CARATTERISTICHE GENERALI DELLA LINEA

P [kW]	I_b [A]/I_{nm} [A]	I_R [A]	I_S [A]	I_T [A]	cos φ_b	$K_{utilizzo}$	$K_{contemp.}$	η
1	2,77	2,77	2,77	0	0,90	1,00		

CAVO

Siglatura	Derivazione	tipo cond.	Lungh. [m]	Posa 64-8	$T_{emp.}$ [°C]	n° supp.	Resistività [°K m/W]	Prof. di Posa [m]	ravv. dist.	altri circuiti	K sicur.
L0.2.6	2F+PE	multi	50	61	30		1,06	0,8	ravv.		1,0

Sezione Conduttori [mm^2] fase	neutro	PE	Designazione / Conduttore	R_{cavo} [mΩ]	X_{cavo} [mΩ]	R_{tot} [mΩ]	X_{tot} [mΩ]	ΔV_{cavo} [%]	ΔV_{tot} [%]	$\Delta V_{max\ prog}$ [%]
1x 1,5	1x 1,5		FG7OR/Cu	600,0	5,9	607,3655	24,6949	0,94	1,09	4,0

I_b [A]	I_z [A]	$I_{cc\ max\ inizio\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ max\ Fine\ linea}$ [kA]	$I_{ccmin\ fine\ linea}$ [kA]	$I_{cc\ Terra}$ [kA]
2,8	22,8	9,31	0,33		0,12

PARTE III°

VERIFICA DELLA PROTEZIONE DELLE LINEE DAI SOVRACCARICHI, CORTO CIRCUITI E CONTATTI INDIRETTI;

DATI DI PROGETTO

Sistema di distribuzione: TN-S (rif. Norme CEi 64-8)
Tensione nominale impianto: 400V
Frequenza nominale: 50HZ
Norme di riferimento : Norme CEI 64-8

MODALITA' DI FUNZIONAMENTO DELL'IMPIANTO

1) funzionamento ordinario:
- un solo trasformatore in funzione per le pompe
- un solo trasformatore in funzione per i servizi

RICHIAMI NORMATIVI SULLA PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI E SOVRACORRENTI (Norme CEI 64-8)

413 Protezione contro i contatti indiretti

Le misure di protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione (413.1,) mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente (413.2) e mediante separazione elettrica per l'alimentazione di un solo apparecchio utilizzatore (413.5) sono intese a fornire una protezione in ogni ambiente ordinario contro i contatti indiretti e le misure di protezione mediante luoghi non conduttori (413.3), collegamento equipotenziale locale non connesso a terra (413.4) e mediante separazione elettrica per l'alimentazione di più apparecchi utilizzatori (413.6) sono intese a fornire una protezione contro i contatti indiretti solo quando l'impianto è controllato da o sotto la supervisione di persone addestrate.

Si fa presente che nella Norma CEI 0-13 la protezione contro i contatti indiretti viene indicata come "fault protection" (protezione in condizioni di guasto)

412.4.2 Quando uno spazio, ordinariamente occupato da persone è limitato nella direzione orizzontale da un ostacolo (per esempio da un parapetto o da una rete grigliata) che abbia un grado di protezione inferiore a IPXXB, la zona a portata di mano inizia da questo ostacolo.

Nella direzione verticale la zona a portata di mano si estende sino a 2,5 m dal piano di calpestio (superficie S della Fig. riportata nel Commento a 23.11) non tenendo conto di qualsiasi ostacolo intermedio che fornisca un grado di protezione inferiore a IPXXB.

NOTA I valori di distanziamento si applicano a contatti con mani nude senza l'uso di mezzi ausiliari (per esempio di utensili o di scale).

412.4.3 Nei luoghi in cui vengono usualmente maneggiati oggetti conduttori grandi o voluminosi, le distanze richieste da 412.4.1 e 412.4.2 devono essere aumentate tenendo conto delle dimensioni di questi oggetti.

412.5 Protezione addizionale mediante interruttori differenziali

412.5.1 L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori.

412.5.2 L'uso di tali dispositivi non è riconosciuto quale unico mezzo di protezione contro i contatti diretti e non dispensa dall'applicazione di una delle misure di protezione specificate da 412.1 a 412.4.

412.5.3 La protezione addizionale mediante l'uso di dispositivi di protezione con corrente differenziale nominale d'intervento non superiore a 30 mA è richiesta:

a) nei locali ad uso abitativo per i circuiti che alimentano le prese a spina con corrente nominale non superiore a 20 A; e

b) per i circuiti che alimentano le prese a spina con una corrente nominale non superiore a 32 A destinate ad alimentare apparecchi utilizzatori mobili usati all'esterno.

NOTA Una esenzione può essere fatta per specifiche prese a spina previste per la connessione a particolari componenti elettrici

413 Protezione contro i contatti indiretti

13.1 Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

L'esperienza ha dimostrato che una stima accurata, in fase di progettazione dell'impianto, della tensione di contatto comporta difficoltà talvolta insormontabili, essendo basata su alcuni parametri il cui valore dipende dalla configurazione dell'impianto stesso: si è riscontrato che anche la verifica del suo valore ad impianto completato presenta notevoli complicazioni.

Per queste ragioni sono stati definiti dei metodi convenzionali che permettono di determinare i tempi di intervento dei dispositivi di protezione non in funzione della tensione di contatto, bensì in funzione della tensione nominale dell'impianto per i sistemi TN e della tensione totale di terra per i sistemi TT. Questi tempi sono stati definiti tenendo conto della capacità che hanno le persone di sopportare correnti senza effetti patofisiologici pericolosi, sulla base delle informazioni contenute nella Pubblicazione CEI 4985R (traduzione della Pubblicazione IEC 60479, seconda edizione).

413.1.1 Generalità

Nella Sezione 531 sono riportate le prescrizioni riguardanti la scelta dei dispositivi di protezione contro i contatti indiretti mediante interruzione automatica dell'alimentazione.

413.1.1.1 Interruzione dell'alimentazione

Non è necessaria l'interruzione automatica dell'alimentazione in tempi prestabiliti, se sulle masse non viene superato, in caso di guasto, il valore della tensione di contatto limite UL (per es. 50 V in c.a.).

413.1 Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

NOTA 1 L'interruzione automatica dell'alimentazione è richiesta quando si possono avere effetti fisiologici dannosi in una persona, in caso di guasto, a causa del valore e della durata della tensione di contatto (Fascicolo CEI 4985 R).

NOTA 2 Questa misura di protezione richiede il coordinamento tra il modo di collegamento a terra del sistema e le caratteristiche dei conduttori di protezione e dei dispositivi di protezione.

413.1.1 Generalità

NOTA Negli articoli da 413.1.3 a 413.1.5 sono descritti metodi che permettono di soddisfare convenzionalmente le prescrizioni degli articoli 413.1.1.1 e 413.1.1.2, secondo il tipo di sistema di distribuzione (vedere 312).

413.1.1.1 Interruzione dell'alimentazione

Un dispositivo di protezione deve interrompere automaticamente l'alimentazione al circuito od al componente elettrico, che lo stesso dispositivo protegge contro i contatti indiretti, in modo che, in caso di guasto, nel circuito o nel componente elettrico, tra una parte attiva ed una massa o un conduttore di protezione, non possa persistere, per una durata sufficiente a causare un rischio di effetti fisiologici dannosi in una persona in contatto con parti simultaneamente accessibili, una tensione di contatto presunta superiore alla tensione di contatto limite convenzionale (vedere Note 1 e 3). Tuttavia, indipendentemente dalla tensione di contatto, in alcune circostanze è permesso un tempo di interruzione, il cui valore dipende dal tipo di sistema, non superiore a 5 s (art. 413.1.3.5) oppure ad 1 s (art. 413.1.4.2).

NOTA 1 I valori delle tensioni di contatto limite convenzionali U L (art. 22.4) sono 50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata.

NOTA 2 Il termine "non ondulata" è convenzionalmente definito nella nota di 411.1.4.3.

NOTA 3 Valori del tempo di interruzione e di tensione (compresa U L) inferiori possono essere richiesti per impianti o luoghi speciali in accordo con le Sezioni corrispondenti della Parte 7 e con l'art. 481.3.

NOTA 4 Le prescrizioni di questo articolo si applicano ad impianti alimentati con frequenze comprese tra 15 Hz e 1000 Hz c.a. e con c.c. non ondulata.

NOTA 5 Per i Sistemi IT l'interruzione automatica non è in genere richiesta quando si presenta il primo guasto (413.1.5).

413.1.2.1 Collegamento equipotenziale principale

Per la definizione di massa estranea, vedere articolo 23.3 e relativo Commento.

413.1.2.2.1 Mentre il collegamento equipotenziale supplementare permette di evitare i pericoli dal punto di vista della protezione contro i contatti indiretti se, in caso di guasto, il circuito non viene interrotto in tempi sufficientemente rapidi, si possono tuttavia manifestare altri fenomeni pregiudizievoli, come per es. il riscaldamento del conduttore equipotenziale o l'aumento della resistenza della messa a terra in seguito all'essiccamento del suolo.

Si raccomanda di collegare le armature principali del cemento armato durante la costruzione dell'edificio.

Ci si deve anche assicurare che la realizzazione di un collegamento equipotenziale tra due masse appartenenti a due circuiti aventi sezioni molto diverse non possa provocare nel conduttore di minore sezione il passaggio di una corrente di guasto tale da provocare una sollecitazione termica superiore a quella ammissibile in questo conduttore. 98

413.1.1.2 Messa a terra

Le masse devono essere collegate ad un conduttore di protezione nelle condizioni specifiche di ciascun modo di collegamento a terra.
Le masse simultaneamente accessibili devono essere collegate allo stesso impianto di terra.
NOTA Per le disposizioni di messa a terra e per i conduttori di protezione, vedere il Capitolo 54.

413.1.2 Collegamenti equipotenziali

413.1.2.1 Collegamento equipotenziale principale

In ogni edificio il conduttore di protezione, il conduttore di terra, il collettore principale di terra e le seguenti masse estranee e/o parti conduttrici devono essere connesse al collegamento
equipotenziali principale:
- i tubi alimentanti servizi dell'edificio, per es. acqua e gas;
- le parti strutturali metalliche dell'edificio e canalizzazioni del riscaldamento centrale e del condizionamento d'aria;
- le armature principali del cemento armato utilizzate nella costruzione degli edifici, se praticamente possibile.

Quando tali parti conduttrici provengano dall'esterno dell'edificio, esse devono essere collegate il più vicino possibile al loro punto di entrata nell'edificio. I conduttori equipotenziali principali devono rispondere alle prescrizioni del Capitolo 54.
Il collegamento equipotenziale principale deve essere collegato a qualsiasi schermo metallico dei cavi di telecomunicazione: deve tuttavia essere ottenuto il consenso dei proprietari o degli utilizzatori di questi cavi.
NOTA Se il consenso non può essere ottenuto, è responsabilità dei proprietari o degli operatori evitare ogni pericolo dovuto all'esclusione di quei cavi dalla connessione al collegamento equipotenziale principale.

413.1.2.2 Collegamento equipotenziale supplementare

413.1.2.2.1 Se le condizioni per l'interruzione automatica indicate in 413.1.1.1 non possono essere soddisfatte in un impianto o in una sua parte, si deve realizzare un collegamento equipotenziale supplementare che comprenda tutte le masse simultaneamente accessibili di componenti fissi dell'impianto e tutte le masse estranee, comprese le armature principali del cemento armato utilizzato nella costruzione degli edifici, se praticamente possibile. Il collegamento equipotenziale deve essere connesso ai conduttori di protezione di tutti i componenti dell'impianto, compresi quelli delle prese a spina.
NOTA 1 Il pavimento non isolante (413.3.4) deve essere considerato una massa estranea. Pertanto se non è metallico necessita di una rete metallica sottostante collegata al citato collegamento equipotenziale supplementare.
NOTA 2 L'uso del collegamento equipotenziale supplementare non dispensa dalla necessità di interrompere l'alimentazione per altre ragioni, per esempio per la protezione contro l'incendio, contro le sollecitazioni termiche in componenti elettrici, ecc.

413.1.3 Sistemi TN

Questa misura di protezione viene attuata per i sistemi di I categoria con propria cabina di trasformazione.

413.1.2.2.2 Quando esistano dubbi sulla efficacia del collegamento equipotenziale locale connesso a terra, si deve accertare che la resistenza R tra ogni massa ed ogni massa estranea simultaneamente accessibile soddisfi la seguente condizione:

$$R \leq \frac{U_L}{I_a}$$

dove:
Ia è la corrente (in A) che provoca il funzionamento automatico entro 5 s del dispositivo di protezione contro le sovracorrenti.

413.1.2.2.3 Il collegamento equipotenziale supplementare è anche richiesto in alcune Sezioni della Parte 7, per migliorare la sicurezza anche quando i dispositivi di protezione rispettano i tempi di interruzione dell'alimentazione. In tal caso non è richiesto di soddisfare la prescrizione di 413.1.2.2.2. Il collegamento equipotenziale supplementare comprende il pavimento non isolante nelle Sezioni 702 e 706.

413.1.3 Sistemi TN

413.1.3.1 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 od in prossimità di ogni trasformatore o generatore di alimentazione.
Il punto di messa a terra del sistema di alimentazione è generalmente il punto neutro. Se un punto neutro non è disponibile o non è accessibile, si deve mettere a terra un conduttore di linea.
In nessun caso un conduttore di fase deve servire da conduttore PEN (413.1.3.2).
NOTA 1 Se esistono altri collegamenti efficienti di messa a terra, si raccomanda di collegare i conduttori di protezione al maggior numero possibile di tali punti. Il collegamento a terra a questi punti supplementari, regolarmente ripartiti, può essere necessario per assicurare che il potenziale dei conduttori di protezione resti, in caso di guasto, il più vicino possibile a quello di terra.
In grandi edifici, quali gli edifici molto alti, la messa a terra supplementare dei conduttori di protezione non è possibile per ragioni pratiche. Il collegamento equipotenziale tra i conduttori di protezione e le masse estranee ha, tuttavia, in questo caso una funzione simile.
NOTA 2 Per la stessa ragione, si raccomanda di collegare a terra i conduttori di protezione nel punto in cui essi entrano in edifici o in stabilimenti.
413.1.3.2 Nelle condutture fisse, un singolo conduttore può servire sia da conduttore di protezione sia da conduttore neutro (conduttore PEN) a condizione che le prescrizioni di cui in 546.2 siano soddisfatte.
Nessun dispositivo di interruzione o di sezionamento deve essere inserito nel conduttore PEN.

413.1.3.3 Nei sistemi trifase con neutro collegato direttamente a terra, U0 è la tensione faseneutro.
Nei rari casi in cui il sistema venga collegato direttamente a terra tramite una fase, anziché tramite il neutro, U0 è la tensione nominale (fase-fase)

413.1.3.7 In assenza di indicazioni più precise ad RE può essere dato il valore di 10 :.

413.1.3.3 Le caratteristiche dei dispositivi di protezione (413.1.3.8) e le impedenze dei circuiti devono essere tali che, se si presenta un guasto di impedenza trascurabile in qualsiasi parte dell'impianto tra un conduttore di fase ed un conduttore di protezione o una massa, l'interruzione automatica dell'alimentazione avvenga entro il tempo specificato, soddisfacendo la seguente condizione:

$$\mathbf{Zs\ Ia \leq Uo}$$

dove:
- Zs è l'impedenza dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino alpunto di guasto ed il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente;
- Ia è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione, entro il tempo definito nella Tab. 41A in funzione della tensione nominale U0 per i circuiti specificati in 413.1.3.4, ed, entro un tempo convenzionale non superiore a 5 s; se si usa un interruttore differenziale Ia è la corrente differenziale nominale di intervento.
- Uo è la tensione nominale verso terra in volt in c.a. e in c.c.

*TNE 04/2007: **Ia** è la corrente di intervento delle protezioni da sovracorrente nel tempo di:*
- 5 s per i circuiti di distribuzione e per i circuiti terminali protetti da dispositivi di sovraccorrente con corrente nominale (o regolata) superiore a 32A
- 0,4 s per i circuiti terminali protetti da dispositivi di sovraccorrente con corrente nominale (o regolata) minore o uguale a 32A)

TNE 02/2006: Nei sistemi TN, con Uo = 220V in condizioni ordinarie, è richiesto che un guasto franco a terra sia eliminato entro un tempo di 0,4 s, poichè la tensione sulle masse è assunta pari a 92 V (Fondamenti di sicurezza elettrica , pag. 173). Può quindi ritardare l'interruttore differenziale di (400 - 40) ms = 360 ms. In condizioni particolari, il circuito di guasto di un sistema TN deve essere interrotto entro 0,2 s , sicchè l'interruttore differenziale puo essere ritardato fino a (200 - 40) ms = 160 ms

TNE 12/1999: un interruttore differenziale selettivo S, (ritardo 10 ms), rispetta ancora la curva di sicurezza tempo - tensione, fino a tensioni verso terra di 239V ed esso può proteggere direttamente i circuiti terminali;

Tab. 41A - Tempi massimi di interruzione per i sistemi TN

Sistema	50 V<U_o ≤120 V s		120 V<U_o≤230 V s		230V<U_o≤ 400 V s		U_o > 400 V s	
	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.	c.a.	c.c.
TN	0,8	Nota 1	0,4	5	0,2	0,4	0,1	0,1

U_o è la tensione nominale verso terra in c.a. o in c.c.

NOTA 1 Per le tensioni che sono entro la banda di tolleranza precisata nella Norma CEI 8-6 si applicano i tempi di interruzione corrispondenti alla tensione nominale.

NOTA 2 Per valori di tensione intermedi, si sceglie il valore prossimo superiore della Tab. 41A.

NOTA 3 L'interruzione può essere richiesta per ragioni diverse da quelle relative alla protezione contro i contatti elettrici.

NOTA 4 Quando la prescrizione di questo articolo sia soddisfatta mediante l'uso di dispositivi di protezione a corrente differenziale, i tempi di interruzione della presente Tabella si riferiscono a correnti di guasto differenziali presunte significativamente più elevate della corrente differenziale nominale dell'interruttore differenziale (tipicamente 5 I_{dn}).

413.1.3.4 I tempi massimi di interruzione indicati nella Tab. 41A si applicano ai circuiti terminali protetti con dispositivi di protezione contro le sovracorrenti aventi corrente nominale o regolata che non supera 32 A.

413.1.3.5 Tempi di interruzione convenzionali non superiori a 5 s sono ammessi per i circuiti diversi da quelli trattati in 413.1.3.4.
413.1.3.6 Se l'interruzione automatica non può essere ottenuta con le condizioni di cui in 413.1.3.3, 413.1.3.4 e 413.1.3.5 si deve realizzare un collegamento equipotenziale locale connesso a terra conformemente a 413.1.2.2.

413.1.3.7 Nei casi eccezionali in cui si può presentare un guasto tra un conduttore di fase e la terra, per es. nell'uso di linee aeree, affinché il conduttore di protezione e le masse collegate ad esso non raggiungano una tensione verso terra superiore ad un valore convenzionale di 50 V, deve essere soddisfatta la seguente condizione:

413.1.3.8 Un sistema TN nel quale il conduttore di neutro non sia distribuito viene considerato come un sistema TN-S.

413.1.3.8 Nei sistemi TN è riconosciuto l'utilizzo dei seguenti dispositivi di protezione:
- dispositivi di protezione contro le sovracorrenti;
- dispositivi di protezione a corrente differenziale;

con la riserva che:
- nei sistemi TN-C non si devono usare dispositivi di protezione a corrente differenziale;
- se in un sistema TN-C-S si utilizzano dispositivi di protezione a corrente differenziale, non si deve utilizzare un conduttore PEN a valle degli stessi. Il collegamento del conduttore di protezione al conduttore PEN deve essere effettuato a monte del dispositivo di protezione a corrente differenziale.

Per ottenere selettività, gli interruttori differenziali del tipo S (vedere Norme CEI EN 61008-1 (CEI 23-42), CEI EN 61009-1 (CEI 23-44), CEI EN 60947-2/A1 (CEI 17-5) possono essere usati in serie agli interruttori differenziali di tipo generale.

CONDIZIONI DA OTTEMPERATE PER LA PROTEZIONE DAI CONTATTI INDIRETTI

Le utenze protette da interruttori differenziali istantanei o selettivi (non intenzionalmente "ritardati"), aventi Idn pari a 0,5 e/o 0,3 e/o 0,03A, si ritengono già protette dai "contatti indiretti".

Per le altre utenze, ovvero quelle protette da interruttori differenziali intenzionalmente "ritardati" e/o relè differenziali che agiscono su contattori di linea delle pompe (non ritenendoli adatti alla protezione dai contatti indiretti), si verifica che l'intervento del dispositivo di massima corrente a tempo inverso (interruttore magnetotermico, fusibile, ecc.), intervenga nei tempi stabiliti dalla Norma CEI 64–8, di seguito indicati:

– per circuiti con corrente nominale > 32A e componenti elettrici fissi: intervento delle protezioni entro 5";
– per circuiti con corrente nominale ≤ 32A e componenti elettrici fissi: intervento delle protezioni entro 0,4";

433 Protezione contro le correnti di sovraccarico

433.1 Generalità

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di sovraccarico dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai terminali o all'ambiente circondante le condutture.

433.2 Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione Le caratteristiche di funzionamento di un dispositivo di protezione delle condutture contro i
sovraccarichi devono rispondere alle seguenti due condizioni:

$$Ib \leq In \leq Iz$$

$$If \leq 1{,}45\ Iz$$

dove:
Ib = corrente di impiego del circuito;
Iz = portata in regime permanente della conduttura (Sezione 523 della Parte 5);
In = corrente nominale del dispositivo di protezione. NOTA Per i dispositivi di protezione regolabili la corrente nominale In è la corrente di regolazione scelta.
If = corrente che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione entro il tempo convenzionale in condizioni definite.

VALORI DELLA CORRENTE DI INTERVENTO (If) E NON INTERVENTO (Ifn)
degli interruttori magnetotermici e dei fusibili

Tabella 20.E - Valori della corrente convenzionale di intervento (I_f) e di non intervento (I_{nf}) in funzione della corrente nominale, o di regolazione, degli interruttori automatici

Interruttori automatici		I_{nf}	I_f	*Tempo convenzionale*
Regolabili (CEI 17-5)	*Non regolabili (CEI 23-3)*			
	I_n	$1{,}13\ I_n$	$1{,}45\ I_n$	1 h
$I_r \leq 63$ A	–	$1{,}05\ I_r$	$1{,}25\ I_r$	1 h
$I_r > 63$ A	–	$1{,}05\ I_r$	$1{,}25\ I_r$	2 h

I relè termici per contattori hanno in genere: $I_{nf} = I_n$ e $I_f = 1{,}2\ I_n$.[1]

Tabella 20.F - Valori della corrente convenzionale di fusione (I_f) e di non fusione (I_{nf}) in funzione della corrente nominale dei fusibili

I_n	I_{nf}	I_f	*Tempo convenzionale*
$I_n \leq 63$ A	$1{,}25\ I_n$	$1{,}6\ I_n$	1 h
63 A $< I_n \leq 160$ A	$1{,}25\ I_n$	$1{,}6\ I_n$	2 h
160 A $< I_n \leq 400$ A	$1{,}25\ I_n$	$1{,}6\ I_n$	3 h
400 A $< I_n$	$1{,}25\ I_n$	$1{,}6\ I_n$	4 h

434 Protezione contro le correnti di cortocircuito

NOTA La presente Sezione considera solo il caso di cortocircuiti tra i conduttori di uno stesso circuito.

434.1 Generalità

Devono essere previsti dispositivi di protezione per interrompere le correnti di cortocircuito dei conduttori del circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose a causa degli effetti termici e meccanici prodotti nei conduttori e nelle connessioni.

434.2 Determinazione delle correnti di cortocircuito presunte

Le correnti di cortocircuito presunte devono essere determinate con riferimento ad ogni punto significativo dell'impianto. Questa determinazione può essere effettuata sia con calcoli sia con misure.

434.3 Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

Ogni dispositivo di protezione contro i cortocircuiti deve rispondere alle due seguenti condizioni:

434.3.1 Il potere di interruzione non deve essere inferiore alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. È tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia che essi lasciano passare non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi.

NOTA In alcuni casi può essere necessario prendere in considerazione, per i dispositivi situati a valle, altre caratteristiche, quali le sollecitazioni dinamiche e l'energia d'arco. Si raccomanda che le informazioni necessarie siano fornite dai costruttori di questi dispositivi.

434.3.2 La formula indicata suppone che il riscaldamento dei conduttori, durante il passaggio della corrente di cortocircuito, sia adiabatico.

La formula è meglio rappresentata nel modo seguente:

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

dove (I2t) è l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito (in A2s).

Per i cortocircuiti di durata superiore ad alcuni periodi il valore di (I2t) si può ottenere assumendo per I il valore efficace in ampere della corrente di cortocircuito e per t la durata, in secondi, del cortocircuito stesso; per durate brevi (< 0,1 s), quando l'asimmetria della corrente di cortocircuito è rilevante, e per i dispositivi di protezione limitatori dell'energia passante, il valore (I2t) lasciato passare deve essere indicato dal costruttore del dispositivo di protezione.

La formula deve essere verificata per un corto circuito che si produca in un punto qualsiasi della conduttura protetta (vedere anche l'articolo 435.1). I valori della costante K sono stati determinati sulla base dei valori delle temperature massime ammesse durante il servizio ordinario e durante il cortocircuito per l'isolamento dei cavi. Le temperature di 70 °C e 160 °C, rispettivamente per il servizio ordinario e per il cortocircuito, si applicano alle giunzioni o terminazioni saldate a stagno dei cavi in rame, qualunque sia il tipo di isolante impiegato. In casi particolari, quando le correnti di cortocircuito non possano provocare pericoli per le persone o danni all'ambiente, la verifica della sollecitazione termica conseguente al cortocircuito può essere effettuata con i criteri indicati negli ultimi due capoversi dell'articolo 4.2.2 della Norma CEI 11-17.

Materiale isolante	Servizio ordinario	Cortocircuito
PVC/Termoplastici	70 °C	160 °C
Gomma etilenpropilenica EPR/HEPR e polietilene reticolato (XLPE)	90 °C	250 °C

In attesa di altri valori di K per conduttori di piccola sezione si possono usare quelli indicati nel presente articolo.

Per i cavi con isolamento minerale si possono assumere, in via prudenziale e in base alle temperature iniziali di cui alla Tab. 52D del paragrafo 523.1.1 e alle temperature finali della Tab. 54E del paragrafo 543.1.1, i seguenti valori di K:

- *cavo in rame con guaina esterna in PVC/Termoplastici: K = 115 (ϑ_0 = 70 °C; ϑ_f = 160 °C)*
- *cavi in rame nudo e a portata di mano: K = 135 (ϑ_0 = 70 °C; ϑ_f = 200 °C)*
- *cavi in rame nudo e non a portata di mano: K = 200 (ϑ_0 = 105 °C; ϑ_f = 500 °C)*

434.3.2 Tutte le correnti provocate da un cortocircuito che si presenti in un punto qualsiasi del circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.
Per i cortocircuiti di durata non superiore a 5 s, il tempo t necessario affinché una data corrente di cortocircuito porti i conduttori dalla temperatura massima ammissibile in servizio ordinario alla temperatura limite può essere calcolato, in prima approssimazione, con la formula:

$$\sqrt{t} = K \frac{S}{I}$$

dove:
t = durata in secondi;
S = sezione in mm 2;
I = corrente effettiva di cortocircuito in ampere, espressa in valore efficace;
K = 115 per i conduttori in rame isolati con PVC/Termoplastici;
143 per i conduttori in rame isolati con gomma etilenpropilenica e propilene reticolato;
74 per i conduttori in alluminio isolati con PVC;
87 per i conduttori in alluminio isolati con gomma etilenpropilenica o propilene reticolato;
115 corrispondente ad una temperatura di 160 °C, per le giunzioni saldate a stagno tra conduttori in rame.
NOTA 1 Per durate molto brevi (< 0,1 s) dove l'asimmetria della corrente è notevole e per i dispositivi di protezione limitatori di corrente, K2 S2 deve essere superiore al valore dell'energia (I 2t) indicata dal costruttore del dispositivo di protezione come quella lasciata passare da questo dispositivo.
NOTA 2 Altri valori di K sono allo studio per:
- conduttori di piccola sezione (in particolare per sezioni inferiori a 10 mm 2);
- durate del cortocircuito superiori a 5 s;
- altri tipi di giunzioni tra conduttori;
- conduttori nudi;
- cavi con isolamento minerale.

NOTA 3 La corrente nominale del dispositivo di protezione contro i cortocircuiti può essere superiore alla portatadei conduttori del circuito.

435.2 Protezione assicurata da dispositivi distinti

In casi particolari può essere necessario considerare anche altre caratteristiche, quali le sollecitazioni dinamiche e l'energia d'arco ammissibile per il dispositivo a valle.

Informazioni per il coordinamento tra dispositivi di protezione devono essere tratte dalle Norme relative a tali dispositivi o richieste ai relativi costruttori.

Anche per le condutture protette contro i sovraccarichi con un dispositivo diverso da quello che assicura la protezione contro i cortocircuiti vale quanto detto in 435.1, ossia la verifica secondo 434.3.2 non è usualmente richiesta per il punto più lontano della conduttura da proteggere. È consigliabile installare il dispositivo di protezione contro i cortocircuiti a monte del dispositivo di protezione contro i sovraccarichi.

435 Coordinamento tra la protezione contro i sovraccarichi e la protezione contro i cortocircuiti

435.1 Protezione assicurata da un unico dispositivo

Se un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi è in accordo con le prescrizioni della Sezione 433 ed ha un potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di cortocircuito presunta nel suo punto di installazione, si considera che esso assicuri anche la protezione contro le correnti di cortocircuito della conduttura situata a valle di quel punto.

NOTA Questo può non essere valido per alcuni tipi di interruttori, specialmente per i tipi che non limitano la corrente, per l'intera gamma delle correnti di cortocircuito; in questi casi la sua validità deve essere verificata conformemente alle prescrizioni dell'art. 434.3.

435.2 Protezione assicurata da dispositivi distinti

In questo caso si applicano separatamente le prescrizioni della Sezione 433 al dispositivo di protezione contro i sovraccarichi e le prescrizioni della Sezione 434 al dispositivo di protezione contro i cortocircuiti.

Le caratteristiche dei dispositivi devono essere coordinate in modo tale che l'energia ($I^2 t$)

lasciata passare dal dispositivo di protezione contro i cortocircuiti non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo di protezione contro i sovraccarichi.

COLLEGAMENTO A TRASFORMATORE MT/BT

LINEA : CV1 | Sezione: 3(2X120)mmq | Isolamento: RG5R

PROTEZIONE SOVRACCARICHI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

$Ib \leq In \leq Iz$	277A < 500A < 536,2A
$If \leq 1{,}45\ Iz$	625A < 777,5A

PROTEZIONE DAI CORTO CIRCUITI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

$Pdi \geq Icc.3F$	30kA > 10,75kA

PROTEZIONE CONTATTI INDIRETTI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

CAVO POSATO IN CUNICOLO E REALIZZATO CON GUAINA DI PROTEZIONE ("DOPPIO ISOLAMENTO"), FINO AI MORSETTI DELL'INTERRUTTORE GENERALE

UTENZA : POMPA P1

LINEA : CV2 | Sezione: 4G50mmq | Isolamento: H07RNF

PROTEZIONE SOVRACCARICHI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

$Ib \leq In \leq Iz$	135,3A < 136A < 159,3A
$If \leq 1{,}45\ Iz$	162A < 230A

PROTEZIONE DAI CORTO CIRCUITI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

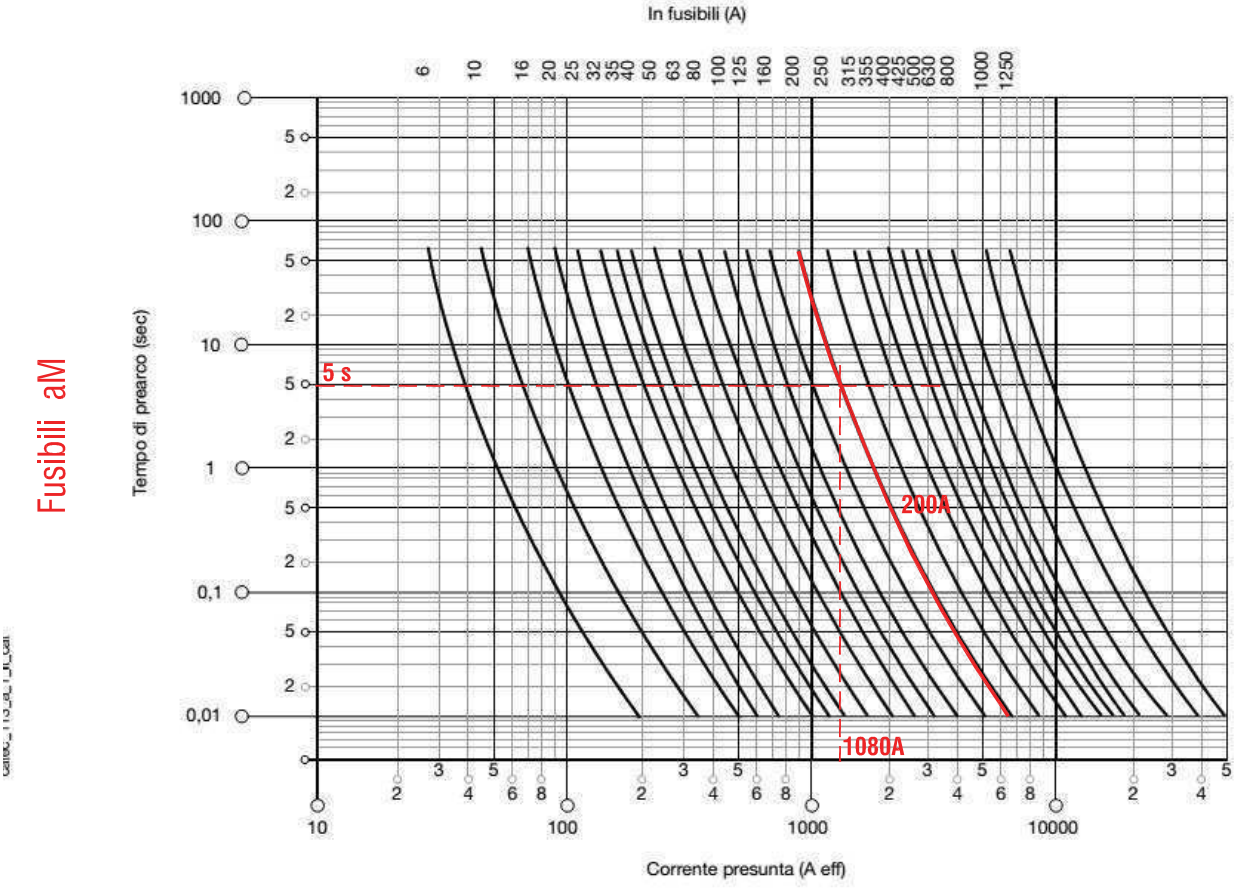
$Pdi \geq Icc.3F$	100kA > 10,75kA

PROTEZIONE CONTATTI INDIRETTI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

$Zs\ Ia(5s) \leq Uo$	$Ia(5s) \leq Ig$	1080A < 2580

Caratteristiche di funzionamento tempo/corrente



UTENZA : RIFASAMENTO P1

LINEA : CV3 | Sezione: 4G25mmq | Isolamento: FG70R

PROTEZIONE SOVRACCARICHI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

$Ib \leq In \leq Iz$	41,7A < 63A < 89A
$If \leq 1{,}45\ Iz$	100,8A < 129A

PROTEZIONE DAI CORTO CIRCUITI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

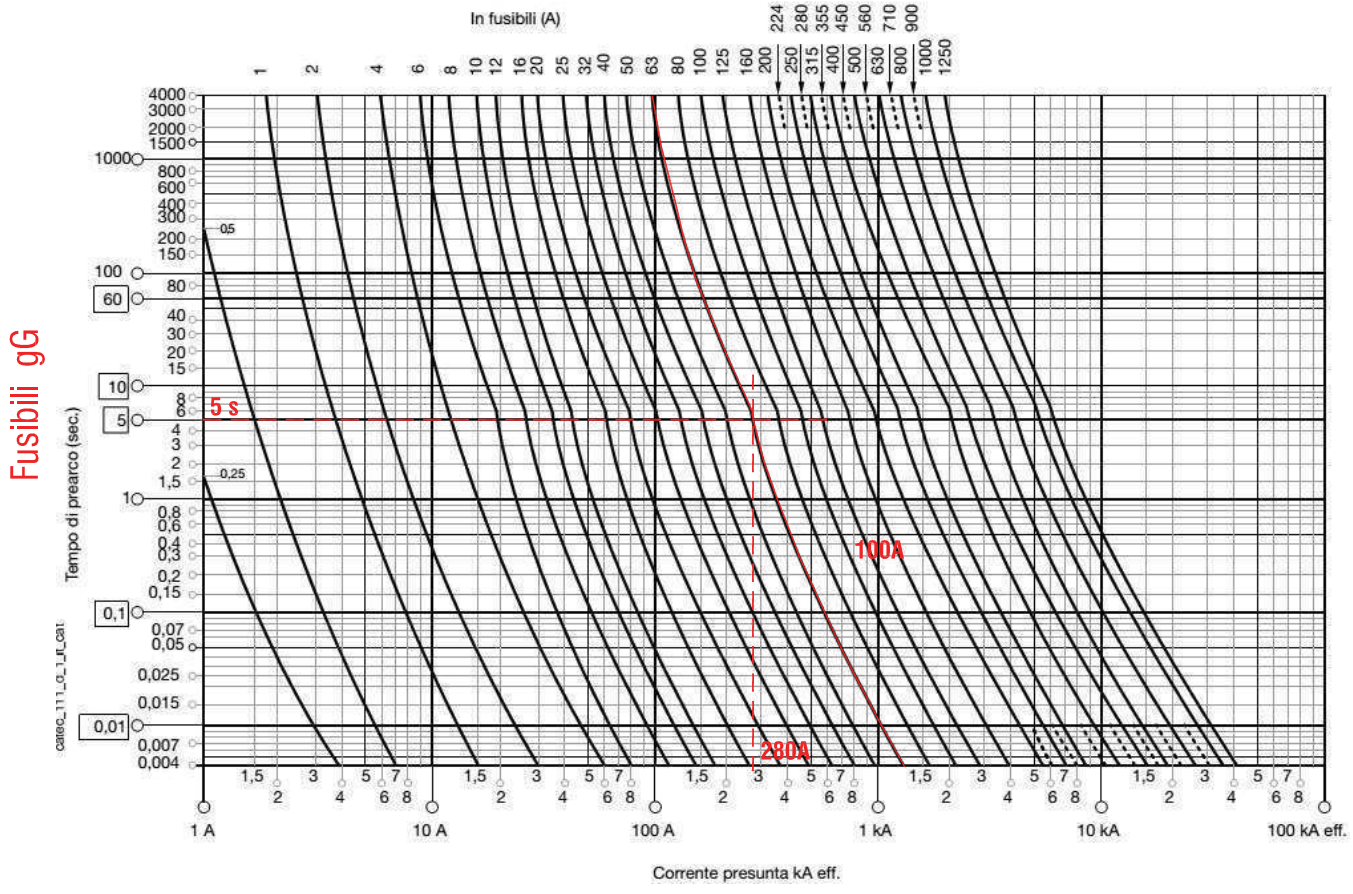
$Pdi \geq Icc.3F$	100kA > 10,75kA

PROTEZIONE CONTATTI INDIRETTI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

$Zs\ Ia(5s) \leq Uo$	$Ia(5s) \leq Ig$	280A < 6420A

Caratteristiche di funzionamento tempo/corrente



UTENZA : ELETTROVALVOLA P1

LINEA : CV4 | Sezione: 3G1,5mmq | Isolamento: FG7OR

PROTEZIONE SOVRACCARICHI

VERIFICA POSITIVA
VERIFICA NEGATIVA

$I_b \leq I_n \leq I_z$	2,8A < 4A < 22,8A	
$I_f \leq 1{,}45\ I_z$	6,4A < 33,06A	

PROTEZIONE DAI CORTO CIRCUITI

VERIFICA POSITIVA
VERIFICA NEGATIVA

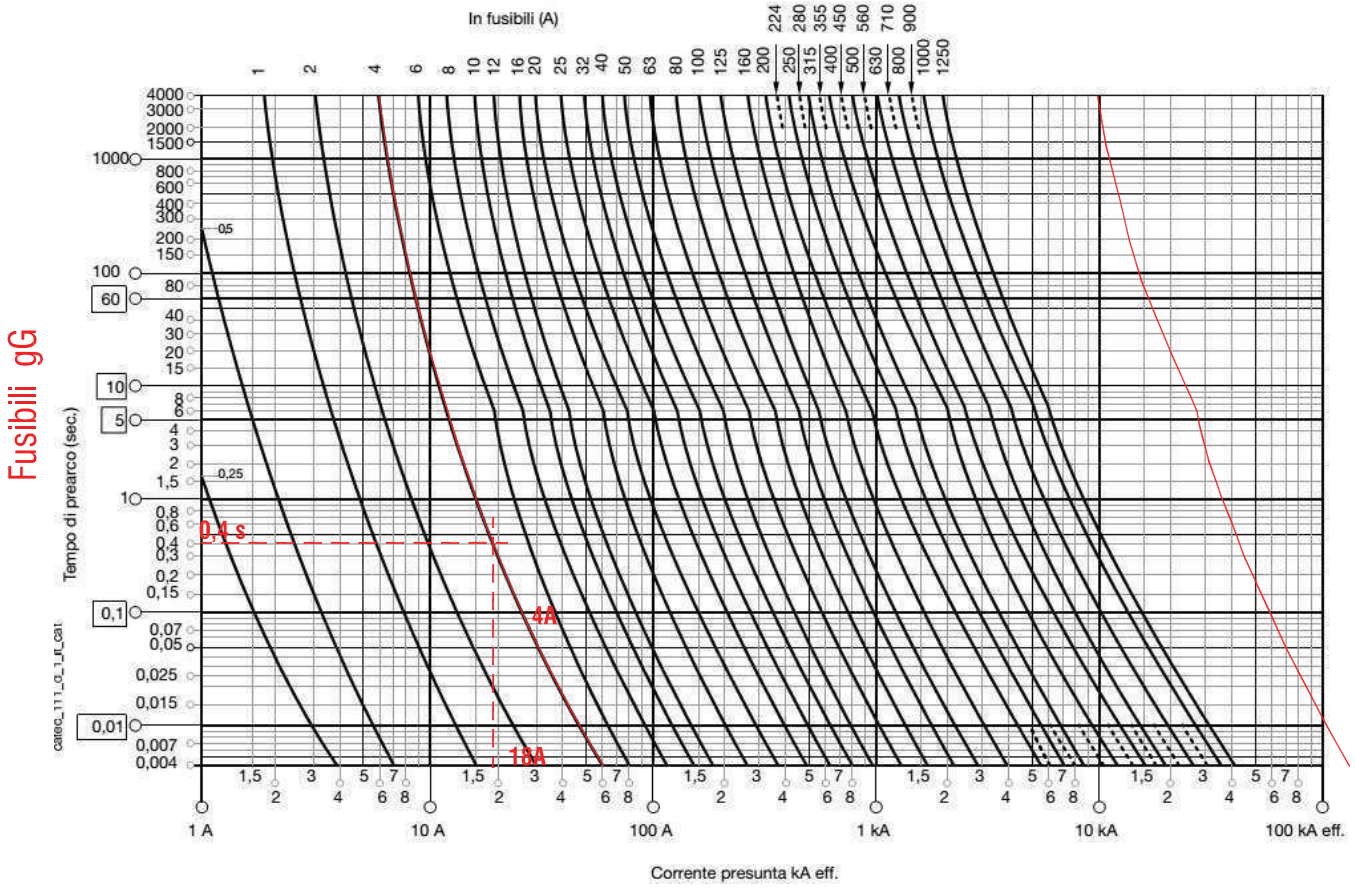
$P_{di} \geq I_{cc.3F}$	50kA > 10,75kA

PROTEZIONE CONTATTI INDIRETTI

VERIFICA POSITIVA
VERIFICA NEGATIVA

$Z_s\ I_{a(5s)} \leq U_o$	$I_{a(0,4s)} \leq I_g$	18A < 150A

Caratteristiche di funzionamento tempo/corrente



UTENZA : POMPA P2

LINEA : CV5 | Sezione: 4G50mmq | Isolamento: H07RNF

PROTEZIONE SOVRACCARICHI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

$Ib \leq In \leq Iz$	135,3A < 136A < 159,3A
$If \leq 1{,}45\ Iz$	162A < 230A

PROTEZIONE DAI CORTO CIRCUITI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

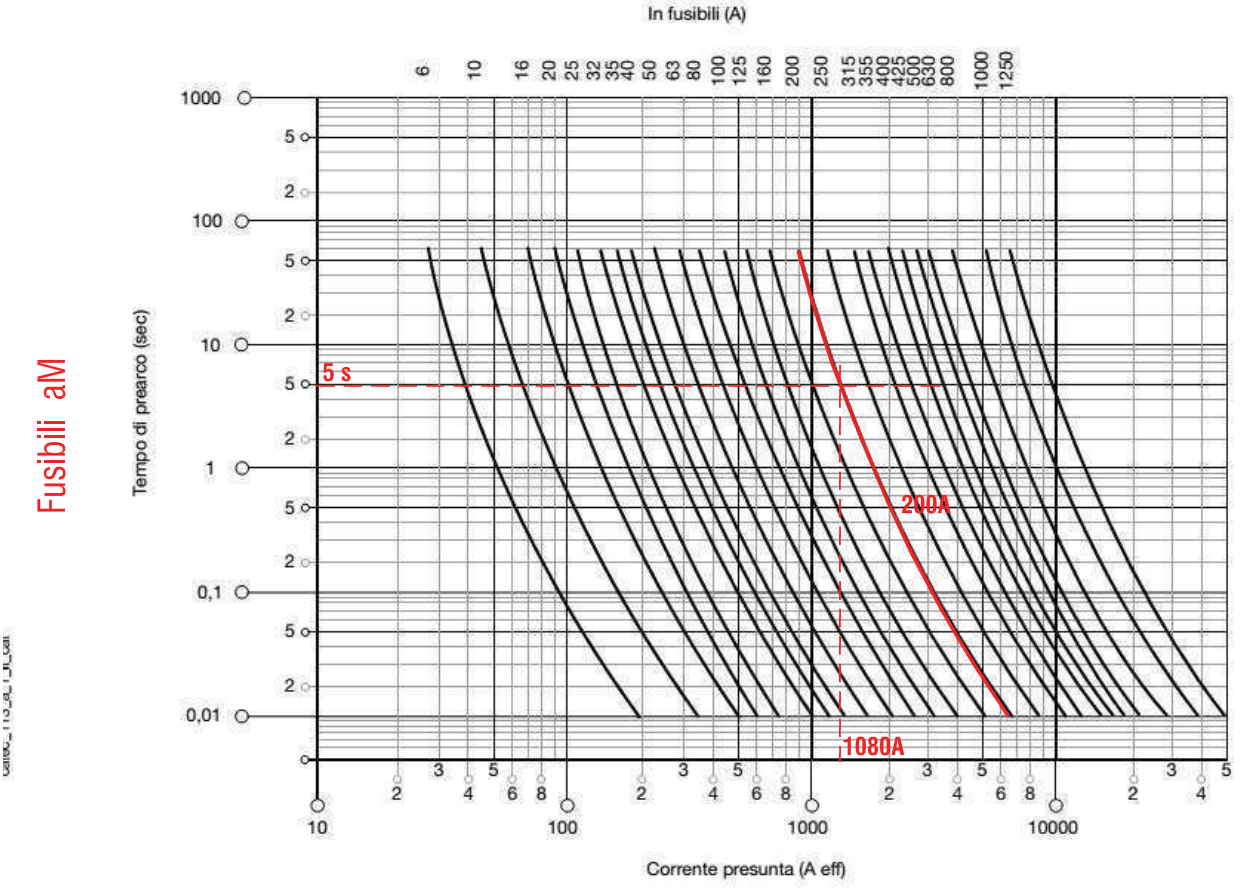
$Pdi \geq Icc.3F$	100kA > 10,75kA

PROTEZIONE CONTATTI INDIRETTI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

$Zs\ Ia(5s) \leq Uo$	$Ia(5s) \leq Ig$	1080A < 2170

Caratteristiche di funzionamento tempo/corrente



UTENZA : RIFASAMENTO P2

LINEA : CV6 | Sezione: 4G25mmq | Isolamento: FG70R

PROTEZIONE SOVRACCARICHI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

$Ib \leq In \leq Iz$	41,7A < 63A < 89A
$If \leq 1{,}45\ Iz$	100,8A < 129A

PROTEZIONE DAI CORTO CIRCUITI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

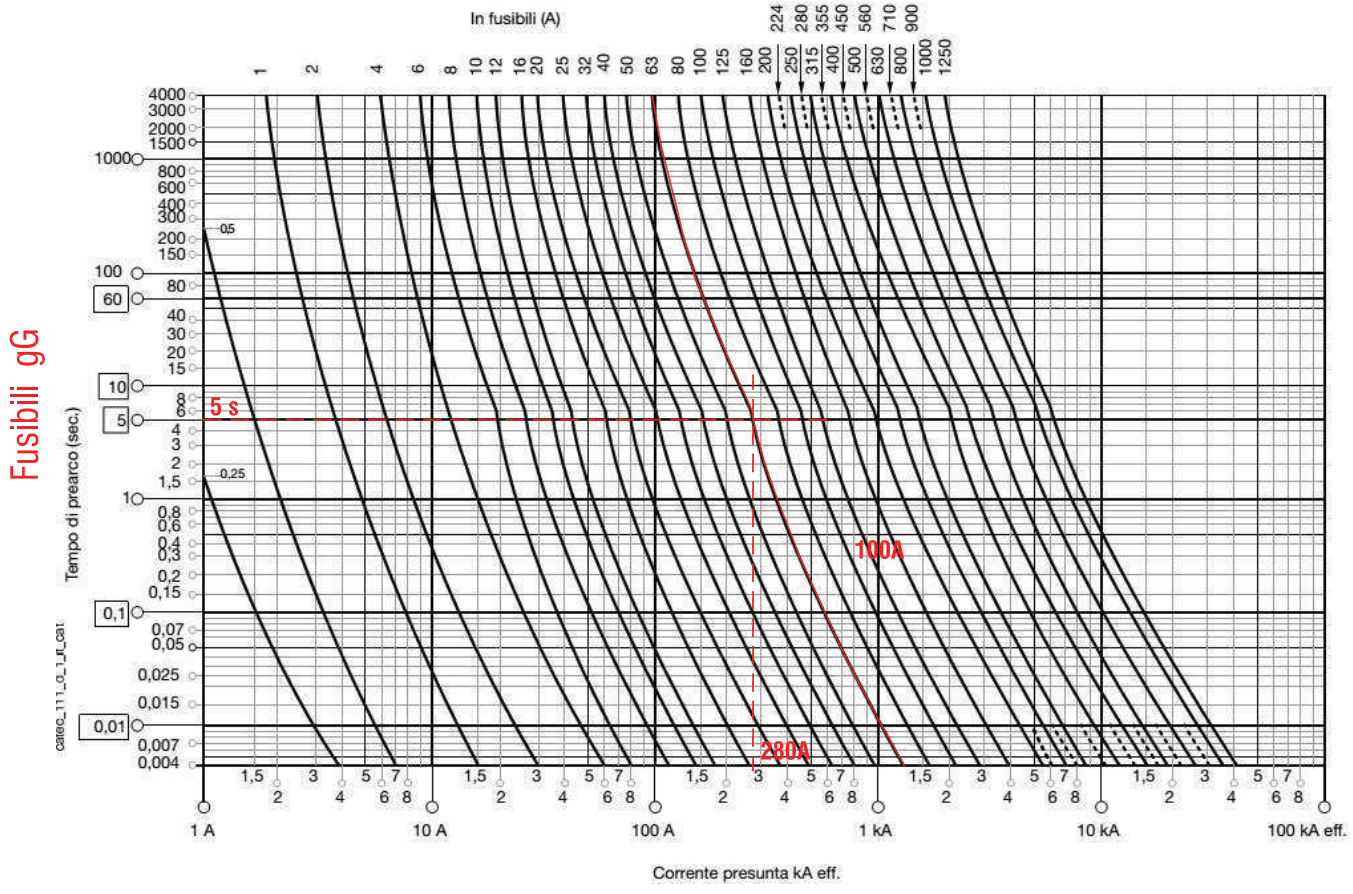
$Pdi \geq Icc.3F$	100kA > 10,75kA

PROTEZIONE CONTATTI INDIRETTI

■ VERIFICA POSITIVA
□ VERIFICA NEGATIVA

$Zs\ Ia(5s) \leq Uo$	$Ia(5s) \leq Ig$	280A < 6420A

Caratteristiche di funzionamento tempo/corrente



UTENZA : ELETTROVALVOLA P2

LINEA : CV7 | Sezione: 3G1,5mmq | Isolamento: FG70R

PROTEZIONE SOVRACCARICHI

VERIFICA POSITIVA
VERIFICA NEGATIVA

$I_b \leq I_n \leq I_z$	2,8A	< 4A < 22,8A
$I_f \leq 1{,}45\ I_z$	6,4A	< 33,06A

PROTEZIONE DAI CORTO CIRCUITI

VERIFICA POSITIVA
VERIFICA NEGATIVA

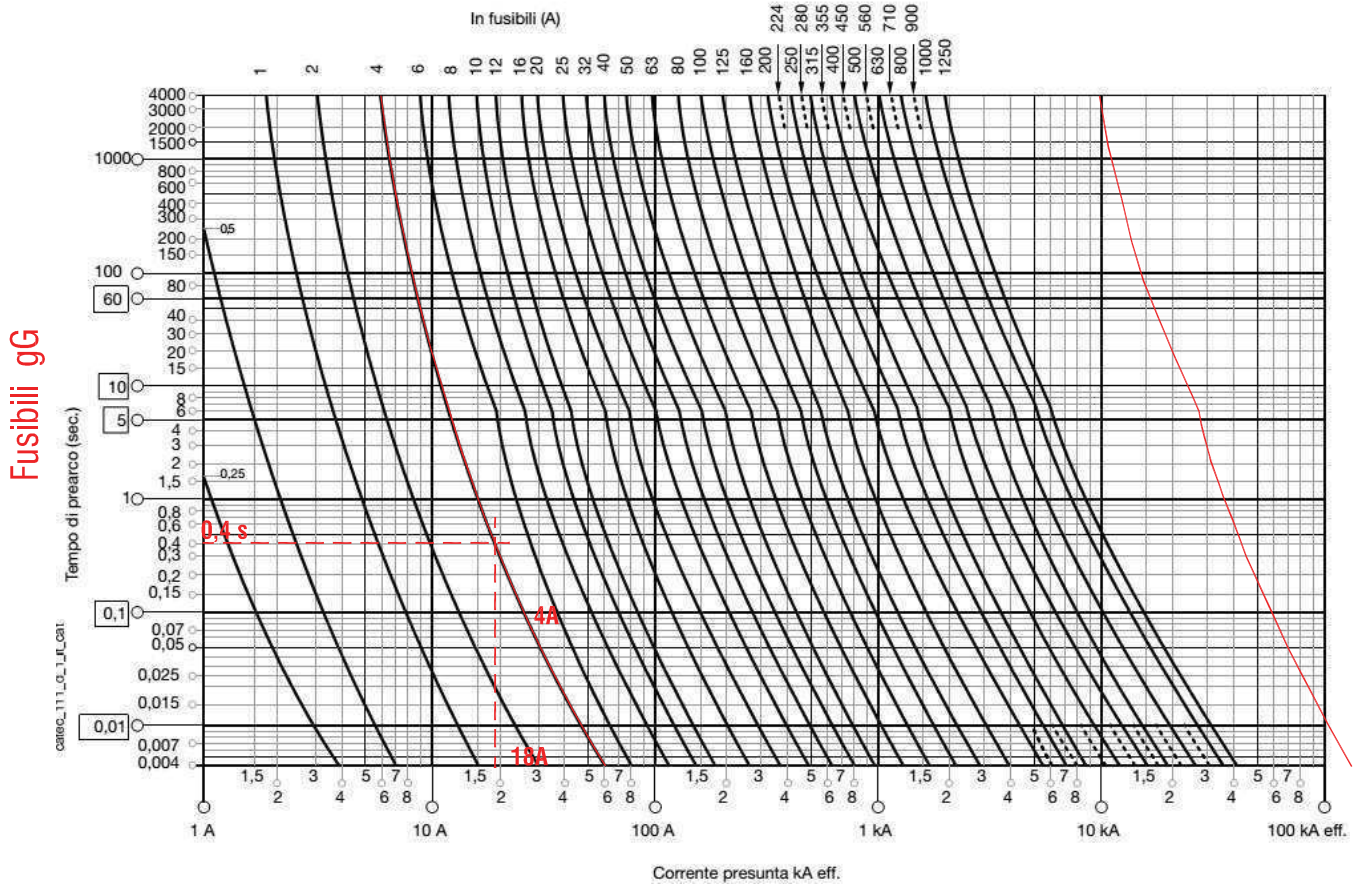
$P_{di} \geq I_{cc.3F}$	50kA > 10,75kA

PROTEZIONE CONTATTI INDIRETTI

VERIFICA POSITIVA
VERIFICA NEGATIVA

$Z_s\ I_{a(5s)} \leq U_o$	$I_{a(0,4s)} \leq I_g$	18A	< 120A

Caratteristiche di funzionamento tempo/corrente



543 Conduttori di protezione

NOTA Per i conduttori equipotenziali vedere la Sezione 547.

543.1 Sezioni minime

La sezione del conduttore di protezione deve essere:

- calcolata come indicato in 543.1.1; oppure
- scelta come indicato in 543.1.2.

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

NOTA I morsetti delle apparecchiature devono essere dimensionati in modo tale che siano in grado di collegare i conduttori di protezione così determinati.

543.1.1 La sezione del conduttore di protezione non deve essere inferiore al valoredeterminato con la seguente formula:

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

p : sezione del conduttore di protezione (mm 2);

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

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

NOTA 1 Si deve tener conto dell'effetto di limitazione della corrente dovuto alle impedenze del circuito ed alla capacità di limitazione (integrale di Joule) del dispositivo di protezione.

K : fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali. Valori di K per i conduttori di protezione in diverse applicazioni sono dati nelle Tabb. 54B, 54C, 54D e 54E, in cui -0 indica la temperatura iniziale e -f la temperatura finale.

Se dall'applicazione della formula risulta una sezione non unificata, deve essere usato il conduttore di sezione unificata immediatamente superiore.

NOTA 2 È necessario che la sezione così calcolata sia compatibile con le condizioni imposte dall'impedenza dell'anello di guasto.

NOTA 3 Per i limiti di temperatura da considerare nei luoghi con pericolo di esplosione si rimanda alla Norma CEI EN 60079-14.

NOTA 4 Si deve tener conto della massima temperatura ammessa per le connessioni.

NOTA 5 I valori per i cavi con isolamento minerale sono allo studio.

Tabella 54B - Valori di K per i conduttori di protezione costituiti da cavi unipolari, o per conduttori di protezione nudi in contatto con il rivestimento esterno dei cavi

Materiale conduttore	Natura dell'isolante o dei rivestimenti	
	PVC/Termoplastici ϑ_0 = 30 ϑ_f = 160	EPR/HEPR - XLPE ϑ_0 = 30 ϑ_f = 250
Rame	143	176
Alluminio	95	116
Ferro	52	64

Tabella 54C - Valori di K per conduttori di protezione costituiti da un'anima di cavo multipolare

Materiale conduttore	Natura dell'isolante o dei rivestimenti	
	PVC/Termoplastici ϑ_0 = 70 ϑ_f = 160	EPR/HEPR - XLPE ϑ_0 = 90 ϑ_f = 250
Rame	115	143
Alluminio	76	94

Tabella 54D - Valori di K per conduttori di protezione costituiti dal rivestimento metallico o dall'armatura di un cavo

Materiale conduttore	Natura dell'isolante o dei rivestimenti	
	PVC/Termoplastici ϑ_0 = 60 ϑ_f = 160	EPR/HEPR - XLPE ϑ_0 = 80 ϑ_f = 250 (guaina P_b: 160)
Rame	122	149
Alluminio	79	96
Ferro	42	51
Piombo	22	19

CALCOLO DELLA SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE

CONDUTTORE DI TERRA MASSE IN MEDIA TENSIONE

$$SCT_0 = 25mmq$$

CONDUTTORE DI TERRA CASSONE DEL TRASFORMATORE

$$SCT_1 = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K} = \frac{\sqrt{11190^2 \ 0,5}}{143} = 55,3mmq \Rightarrow 70mmq$$

CONDUTTORE DI PROTEZIONE MESSA A TERRA CENTROSTELLA

$$SPE_1 = \frac{S}{2}$$

CONDUTTORE DI PROTEZIONE COLLEGAMENTO ALLA BARRA DI TERRA NEL QUADRO GENERALE

$$SPE_2 = \frac{S}{2}$$

CONDUTTORE DI PROTEZIONE CARPENTERIA QUADRO GENERALE

$$SPE_3 = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K} = \frac{\sqrt{10750^2 \ 0,15}}{143} = 29,1mmq \Rightarrow 35mmq$$