

## DESCRIZIONE INTERVENTO:

## COMUNE DI CASARGO



## ADEGUAMENTO RETE FOGNATURA INDOVERO E NARRO

## COMMITTENTE:



**Lario Reti Holding S.p.A.**  
GESTORE SERVIZIO IDRICO INTEGRATO

## STUDIO DI PROGETTAZIONE:



LARIO RETI HOLDING

DIVISIONE INGEGNERIA - PROGETTAZIONE INVESTIMENTI

| Lecco Via Fiandra 13, 23900 (LC)

| Tel. + 39 0341 359.111

| Pec: ingegneria@larioretipec.it

## FASE PROGETTUALE:

PROGETTO DEFINITIVO

## ALLEGATO:

## NUMERO:

TE1

## SCALA:

- RELAZIONE IMPIANTO ELETTRICO

REDATTO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA
SV	Dicembre 2020	DR	Dicembre 2020	MR	Dicembre 2020
REVISIONE N.	DESCRIZIONE:				DATA
Rev. 2	Subentro RUP				Aprile 2021

NUMERO INTERVENTO:	PDA 2018-034	CODICE PROGETTO:	AB05	COMMESSA :	49726
--------------------	--------------	------------------	------	------------	-------

## RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:

ing. Silvia Maiocchi



| Tel. + 39 0341 359.130

| E-mail: s.maiocchi@larioreti.it

## PROGETTISTA:

ing. Dennis Redolfi



| Tel. + 39 0341 359.128

| E-mail: d.redolfi@larioreti.it

## PROGETTISTA OPERE ELETTRICHE:

p.i. Sergio Vitali



| Tel. + 39 0341 359.128

| E-mail: s.vitali@larioreti.it

## COLLABORATORI:

ing. Gianandrea Libera



## Indice

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE SINTETICA DELL'INTERVENTO.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>CRITERI PER IL DIMENSIONAMENTO.....</b>	<b>7</b>
4.1	METODI DI CALCOLO .....	7
4.1.1	Corrente di impiego $I_b$ .....	7
4.1.2	Caduta di tensione .....	8
4.1.3	Correnti di corto circuito .....	8
4.2	DIMENSIONAMENTO CAVI .....	10
4.2.1	Portata del cavo .....	10
4.2.2	Conduttore di neutro .....	11
4.2.3	Conduttore di protezione.....	11
4.2.4	Criteri di scelta dei cavi .....	12
4.2.5	Tipi di posa e modalità .....	14
4.3	CONDOTTI .....	15
4.3.1	Condotti in tubo .....	15
4.3.2	Guaine .....	16
4.3.3	Canali e passerelle porta cavi.....	17
4.3.4	Cavidotti interrati.....	18
4.3.5	Mensole e supporti.....	18
4.3.6	Cassette di derivazione.....	18
4.4	PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI (NORMA CEI 64.8/4 - 433.2).....	19
4.5	PROTEZIONE CONTRO I CORTO CIRCUITI (CEI 64.8/4 - 434.3) .....	19
4.6	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....	20
4.7	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	20
4.8	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE.....	21
4.8.1	Dispositivi differenziali .....	21
4.9	IMPIANTO DI TERRA .....	21
<b>5</b>	<b>DATI TECNICI DI PROGETTO .....</b>	<b>25</b>
5.1	SSF – P1 - NARRO .....	25
5.1.1	Alimentazione .....	25
5.1.2	Dati utenze .....	25
5.2	SSF – P2 – INDOVERO .....	26
5.2.1	Alimentazione .....	26
5.2.2	Dati utenze .....	26

<b>6</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE E MODALITÀ DI ESECUZIONE .....</b>	<b>26</b>
6.1	QUALITÀ DEI MATERIALI, DEI COMPONENTI E DELLE APPARECCHIATURE.....	27
6.2	QUADRI ELETTRICI.....	27
6.2.1	Quadro Elettrico Generale.....	28
6.2.2	Quadro comando Pompe SSF – P1 – Narro .....	29
6.2.3	Quadro comando Pompe SSF -P2 - Indovero .....	30
6.3	PRESE A SPINA .....	31
6.3.1	Prese a spina ad uso industriale .....	31
6.3.2	Prese a spina “decontattore”.....	32
6.4	CAVI.....	32
6.5	CONDUTTURE – SCATOLE - ACCESSORI .....	34
6.5.1	Passerella porta cavi.....	34
6.5.2	Tubi .....	34
6.5.3	Scatole di derivazione .....	34
6.6	IMPIANTO DI TERRA .....	34
<b>7</b>	<b>VERIFICHE IN CORSO D'OPERA E FINALI.....</b>	<b>35</b>
<b>8</b>	<b>DOCUMENTAZIONE FINALE.....</b>	<b>36</b>
<b>9</b>	<b>MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO .....</b>	<b>37</b>
<b>10</b>	<b>ALLEGATI.....</b>	<b>37</b>

## 1 Premessa

Il progetto in esame è stato sviluppato con un livello di approfondimento tecnico di tipo “definitivo” ai sensi della guida CEI 0-2.

La relazione tecnica descrive l'impianto elettrico da realizzare per l'azionamento delle apparecchiature idrauliche delle stazioni di sollevamento fognario SSF P1 Narro e SSF P2 Indovero, che saranno costruite rispettivamente in fraz. Narro e Fraz. Indovero, nel comune di Casargo (LC).

L'intervento rientra nell'ambito dei lavori di “Adeguamento rete fognatura Indovero e Narro” nel comune di Casargo.

La stesura del presente documento è necessaria in quanto le caratteristiche del nuovo impianto elettrico rientrano fra quelle per cui sussiste l'obbligo di progettazione ai sensi del Decreto n° 37 del 22/01/08, art. 5 comma 2 lettera c): “impianti di cui all'articolo 1, comma 2, lettera a), relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000 V, inclusa la parte in bassa tensione, o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione aventi potenza impegnata superiore a 6 kW o qualora la superficie superi i 200 m<sup>2</sup>.”

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati ed avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio.

Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere conformi alle norme CEI ed alle Tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistano. Inoltre, tutti i materiali ed apparecchi per i quali è prevista la concessione del marchio di qualità devono essere muniti del contrassegno IMQ.

## 2 Descrizione sintetica dell'intervento

Per ogni stazione di sollevamento, è prevista l'installazione di tre quadri elettrici:

- Quadro elettrico generale (QG)
- Quadro elettrico di comando pompe (QP)
- Quadro elettrico del telecontrollo (QTLC - non compreso nel presente progetto)

I quadri elettrici sono da posizionare all'interno di un manufatto costruito appositamente con funzione di protezione dagli agenti atmosferici e limitazione dell'accesso al solo personale autorizzato.

All'interno del manufatto dovrà essere alloggiato anche il contatore dell'energia elettrica (in apposito spazio separato) ed il gruppo prese di servizio.

All'interno di ogni stazione di sollevamento saranno installate due pompe idrauliche azionate da motori elettrici, che saranno collegate al nuovo quadro pompe con nuove linee posate in cavidotti interrati.

All'interno della camera di manovra di ogni stazione di sollevamento, è prevista l'installazione di un misuratore di portata, di apparecchiature per il sezionamento dei cavi di alimentazione delle pompe e la scatola di derivazione per le giunzioni dei cavi dei segnalatori di livello.

Per ogni stazione di sollevamento deve essere realizzato l'impianto di messa a terra.

### 3 Normativa di riferimento

Le opere in oggetto dovranno essere eseguite secondo la "regola d'arte", nello scrupoloso rispetto delle norme di buona tecnica e delle leggi vigenti in materia.

I materiali ed i componenti dovranno essere provvisti di marchio di qualità IMQ o altro analogo riconosciuto in Italia e, dove non esistente, di dichiarazione di rispondenza rilasciata dal costruttore, nonché di marcatura CE per i materiali per i quali tale marcatura è richiesta.

Dal 26 maggio 2016 la marcatura CE è obbligatoria per le macchine e per le apparecchiature che possono creare o essere influenzate da perturbazioni elettromagnetiche (in base alla Direttiva Comunitaria EMC 2014/30/UE, recepita in Italia con Dlgs n° 80 del 18.05.2016) e vale per tutto il materiale elettrico (Direttiva Comunitaria DBT 2014/35/UE, recepita in Italia con decreto legislativo 86/2016).

Dovranno essere tenute come riferimento le Norme e Guide elencate attualmente in vigore, comprensive di eventuali varianti, considerando che date le frequenti "reingegnerizzazioni" e nuove pubblicazioni senza modifiche sostanziali, possono esistere fascicoli uguali dal punto di vista normativo, ma con numerazione ed anno di pubblicazione diversi.

- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- 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 3-14: Segni grafici per schemi di uso generale
- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica - linee in cavo
- CEI 11-25: Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a corrente alternata
- CEI 11-27: Lavori su impianti elettrici
- CEI 16-2 (CEI EN 60445): Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori e dei conduttori
- (CEI 17-113): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali
- CEI 17-114): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza

- CEI 17-116 (CEI EN 61439-3): "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO)";
- CEI 23-93 (CEI EN 50085-2-1): Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-1: Sistemi di canali e condotti per montaggio a parete e a soffitto
- CEI 23-80 (CEI EN 61386-1): Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: prescrizioni generali
- CEI 23-81 (CEI EN 61386-1): Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 21: prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi ed accessori
- CEI 31-87 (EN 60079-10-1) Atmosfere esplosive parte 10-1: Classificazione luoghi-atmosfere esplosive per presenza di gas.
- CEI 31-35/A: Atmosfere esplosive Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione.
- CEI 31-88 (EN 60079-10-2): Atmosfere esplosive Parte 10-2: Classificazione dei luoghi - Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili
- CEI 34-nn (anni 2016 - 2017) Tutte le Norme comitato CT 34 in riferimento alle lampade e relative apparecchiature
- CEI 37-nn (anni 2015 - 2016) Tutte le Norme comitato CT 37 in riferimento agli scaricatori di sovratensione
- 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
- 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; Allineamento Regolamento prodotti da costruzione (UE) 305/2011 Impianti elettrici utilizzatori, per l'allineamento della parte relativa ai cavi al Regolamento CPR

prodotti da costruzione (UE) 305/2011, in relazione alla norma armonizzata CPR EN 50575:2014 (per i requisiti di reazione al fuoco).

- CEI 64-8/8-1: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 8-1: Efficienza energetica degli impianti elettrici
- CEI 64-14: Guida alle verifiche degli impianti utilizzatori
- CEI-UNEL 00722: Colori distintivi delle anime dei cavi isolati in gomma o PVC per energia o per comandi e segnalazione con tensione  $U_0/U$  non superiore a 0,6/1 kV
- CEI-UNEL 35023: Cavi di energia per tensione nominale  $U=1$  kV. Cadute di tensione.
- CEI-UNEL 35024/1: Cavi elettrici isolati con materiale elastometrico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria
- UNI EN 12464-1: illuminazione di interni con luce artificiale
- Norma CEI EN 50849 (CEI 79-102), "Sistemi di allarme sonoro per applicazioni di emergenza.
- Norma CEI EN 60065 (CEI 92-1), Apparecchi audio, video e apparecchi elettronici similari. Requisiti di sicurezza
- UNI 9795-2013, Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio - Progettazione, installazione ed esercizio
- UNI EN 12665:2011, Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici
- UNI EN 12464-1:2011, Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni
- UNI EN 1838:2013, Applicazione dell'illuminotecnica – Illuminazione di emergenza
- CEI EN 62305-1: Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali"
- CEI EN 62305-2: Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio"
- CEI EN 62305-3: Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- CEI EN 62305-4: Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture"
- CEI 81-30: Protezione contro i fulmini. Reti di localizzazione fulmini (LLS). Linee guida per l'impiego di sistemi LLS per l'individuazione dei valori di  $N_g$  (Norma CEI EN 62305-2)
- CEI: 99-1: Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata Parte 3: Correnti durante due cortocircuiti fase-terra simultanei e distinti e correnti di cortocircuito parziali che fluiscono attraverso terra
- CEI 103-nn: Tutte le Norme comitato CT 103 in riferimento alle radiotrasmissioni

Altre Norme CEI ed UNI di specifica applicazione o non menzionate nella presente relazione.



#### Leggi e Decreti:

- DPR n. 462 del 22.10.2001: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra e impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- DECRETO 27 luglio 2010: Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle attività commerciali con superficie superiore a 400 mq. (10A09806)
- Legge 1/3/1968 N.186 G.U. N.77 del 23/3/68: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici.
- D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81 e s.m.i. in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- Decreto Legislativo 16 giugno 2017 n. 106: "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE."
- DM 37 del 22 gennaio 2008 Ministero dello Sviluppo Economico - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici
- Direttiva 2014/35/UE Obblighi e responsabilità del costruttore e della filiera di mercato del materiale elettrico (direttiva Bassa Tensione).
- Direttiva 2014/30/UE Compatibilità elettromagnetica.

Norme, prescrizioni e raccomandazioni del Comando Provinciale dei Vigili del Fuoco

Raccomandazioni, prescrizioni e regolamenti degli Enti locali, ASL, INAIL

Tutte le altre prescrizioni, regolamenti o raccomandazioni emanate da Enti aventi titolo ed applicabile agli impianti elettrici e alle loro parti componenti, materiali ed apparecchiature

## 4 Criteri per il dimensionamento

Modalità di calcolo delle linee e scelte delle protezioni, in accordo a quanto previsto dalle norme CEI utilizzate per le verifiche.

### 4.1 Metodi di calcolo

#### 4.1.1 Corrente di impiego $I_b$

Il valore efficace della corrente di impiego, per i circuiti terminali, può essere così calcolato:

$$I_b = (K_u \cdot P) / (k \cdot V_n \cdot \cos \varphi) \quad [A]$$

dove:

- $k$  è pari a 1 per circuiti monofase o a  $\sqrt{3}$  per circuiti trifase
- $K_u$  è il coefficiente di utilizzazione moltiplicativo della potenza nominale di ciascun carico e assume valori compresi tra  $[0...1]$
- $P$  è la potenza totale dei carichi [W]
- $V_n$  è il valore efficace della tensione nominale del sistema [V]
- $\cos\varphi$  è il fattore di potenza.

Nel caso di circuiti di distribuzione che alimentano più circuiti derivati che potrebbero essere non tutti di tipo terminale:

$$I_b = K_c \cdot (I_{d,1} + \dots + I_{d,n}) \quad [A]$$

dove:

- $K_c$  è il coefficiente di contemporaneità moltiplicativo dei circuiti derivati simultaneamente utilizzati
- $I_{d,n}$  è il valore della corrente del n-mo circuito derivato.

#### 4.1.2 Caduta di tensione

La caduta di tensione in un cavo può essere così calcolata:

$$\Delta V_c = k (R \cdot \cos\varphi + X \cdot \sin\varphi) \cdot L \cdot I_b \quad [V]$$

$$\Delta V_c \% = \Delta V_c / V_n \quad [V]$$

dove:

- $\Delta V_c$  è la caduta di tensione del cavo [V]
- $V_n$  è la tensione nominale [V]
- $k = 2$  per circuiti monofase,  $\sqrt{3}$  per circuiti trifase
- $R$  è la resistenza specifica del cavo [ $\Omega/m$ ]
- $X$  è la reattanza specifica del cavo [ $\Omega/m$ ]
- $L$  è la lunghezza del cavo [m]
- $I_b$  è la corrente di impiego [A].

#### 4.1.3 Correnti di corto circuito

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

$$I_{cc} = V_n / (k Z_{cc}) \quad [A]$$

dove:

- $V_n$  è la tensione nominale [V]
- $Z_{cc}$  è l'impedenza complessiva della rete a monte del punto considerato.

### Sistema TT

Nel caso di un sistema di distribuzione TT, per caratterizzare la rete a monte del punto di consegna si richiedono i valori presunti della corrente di corto circuito trifase ( $I_{cc,tr}$ ) e della corrente di corto circuito fase-neutro ( $I_{cc,f-n}$ ) forniti dall'ente erogatore di energia elettrica.

Dal valore  $I_{cc,tr}$  si ricava l'impedenza totale della rete a monte del punto di consegna:

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

Dove  $V_n$  è il valore della tensione nominale del sistema [V]

La resistenza e la reattanza si ottengono per mezzo del fattore di potenza in corto circuito  $\cos\phi_{cc}$ :

$$R_{of} = Z_{of} \cdot \cos\phi_{cc} \quad [\Omega]$$

$$X_{of} = Z_{of} \cdot \sin\phi_{cc} = \sqrt{(Z_{of}^2 - R_{of}^2)} \quad [\Omega]$$

Di seguito è riportata la tabella in cui sono presenti i valori di  $\cos\phi_{cc}$  in funzione del valore di  $I_{cc}$ :

<b><math>I_{cc}</math> (kA)</b>	<b><math>\cos\phi_{cc}</math></b>
$I_{cc} \leq 1.5$	0.95
$1.5 < I_{cc} \leq 3$	0.9
$3 < I_{cc} \leq 4.5$	0.8
$4.5 < I_{cc} \leq 6$	0.7
$6 < I_{cc} \leq 10$	0.5
$10 < I_{cc} \leq 20$	0.3
$20 < I_{cc} \leq 50$	0.25
$50 < I_{cc}$	0.2

Tabella CEI EN 60947-2 Class. 17-5

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

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

Quindi si ricavano le componenti resistive e reattive:

$$R_{ofn} = Z_{ofn} \cdot \cos\phi_{cc} \quad [\Omega]$$

$$X_{ofn} = Z_{ofn} \cdot \sin\phi_{cc} = \sqrt{(Z_{ofn}^2 - R_{ofn}^2)} \quad [\Omega]$$

Utilizzando la formula  $I_{cc} = V_n / (k \cdot Z_{cc})$ , le correnti di corto circuito  $I_{cc}$  nel punto di guasto possono essere calcolate usando le seguenti formule:

$$- I_{cc} \text{ trifase} \quad I_{cc,tr} = V_n / \sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{of} + R_l)^2 + (X_{of} + X_l)^2} \quad [A]$$

$$- I_{cc} \text{ fase fase} \quad I_{cc,f-f} = V_n / 2 \cdot \sqrt{(R_{of} + R_l)^2 + (X_{of} + X_l)^2} \quad [A]$$

$$- I_{cc} \text{ fase-neutro} \quad I_{cc,f-n} = V_n / \sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_{ofn} + R_l + R_n)^2 + (X_{ofn} + X_l + X_n)^2} \quad [A]$$

Dove:

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

### **Corrente di corto circuito massima**

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

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

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

### **Corrente di corto circuito minima**

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

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

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

## **4.2 Dimensionamento cavi**

I cavi devono essere scelti con caratteristiche elettriche, meccaniche, chimiche e termiche ampiamente idonee per l'esercizio normale e garantire la corretta attuazione della funzione per la quale saranno installati. Salvo diversa prescrizione degli elaborati progettuali, tenuto conto delle condizioni di posa (Norma CEI 11-17), i cavi per energia sono isolati in gomma e/o in PVC.

### **4.2.1 Portata del cavo**

La Norma CEI 64-8 definisce portata di un cavo "il massimo valore della corrente che può fluire in una conduttura, in regime permanente ed in determinate condizioni, senza che la sua temperatura superi un valore specificato". In base a questa definizione, si può affermare che la portata di un cavo, indicata convenzionalmente con  $I_z$ , deriva:

- dalla capacità dell'isolante a tollerare una certa temperatura;
- dai parametri che influiscono sulla produzione del calore, quali ad esempio resistività e la sezione del conduttore;
- dagli elementi che condizionano lo scambio termico tra il cavo e l'ambiente circostante.

Quindi, per un corretto dimensionamento del cavo, si devono verificare:

$$I_z \geq I_b$$

$$\Delta V_c \leq \Delta V_M$$

dove:

- $I_b$  è la corrente di impiego
- $I_z$  è la portata del cavo, cioè il valore efficace della massima corrente che vi può fluire in regime permanente
- $\Delta V_M$  è la caduta di tensione massima ammissibile per il cavo (la regola tecnica consiglia entro il 4% della tensione di alimentazione).

### 4.2.2 Conduttore di neutro

Il conduttore di neutro deve avere almeno la stessa sezione dei conduttori di fase:

- nei circuiti monofase a due fili, qualunque sia la sezione dei conduttori;
- nei circuiti trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm<sup>2</sup> se in rame o 25 mm<sup>2</sup> se in alluminio.

Nei circuiti trifase i cui conduttori di fase abbiano una sezione superiore a 16 mm<sup>2</sup> se in rame oppure a 25 mm<sup>2</sup> se in alluminio, il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro; [NOTA: la corrente che fluisce nel circuito nelle condizioni di servizio ordinario deve essere praticamente equilibrata tra le fasi]
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm<sup>2</sup> se in rame oppure a 25 mm<sup>2</sup> se in alluminio.

In ogni caso, il conduttore di neutro deve essere protetto contro le sovracorrenti in accordo con le prescrizioni dell'articolo 473.3.2 della norma CEI 64-8.

Il conduttore di neutro deve essere identificato da guaina isolante di colore blu chiaro

### 4.2.3 Conduttore di protezione

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

Il primo criterio consiste nel calcolare la sezione secondo il seguente schema:

$$\text{se } S_f < 16 \text{ mm}^2 \rightarrow S_{pe} = S_f$$

$$\text{se } 16 \leq S_f \leq 35 \rightarrow S_{pe} = 16 \text{ mm}^2$$

$$\text{se } S_f > 35 \text{ mm}^2 \rightarrow S_{pe} = S_f / 2$$

*S<sub>pe</sub>: sezione del conduttore di protezione*

*S<sub>f</sub>: sezione dei conduttori di fase*

Il secondo criterio consiste nel determinarne il valore tramite l'integrale di Joule:

$$S_{pe} = \sqrt{(I^2 \cdot t) / K} \quad [\text{mm}^2]$$

dove:

I = Corrente di cortocircuito

t = tempo di intervento (0,1 s)

K = coefficiente caratteristico tipo di isolante

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

In ogni caso si deve tener conto, per quanto riguarda la sezione minima, del paragrafo 543.1.3: la sezione di ogni conduttore di protezione che non faccia parte della condotta di alimentazione non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica;

Il conduttore di protezione si identifica con la sigla PE e deve avere guaina isolante di colore giallo/verde.

#### 4.2.4 Criteri di scelta dei cavi

Tutti i cavi ed i conduttori devono essere scelti tra le primarie marche presenti sul mercato; essere conformi alle norme CEI, alle norme dimensionali UNEL, ed avere marchio IMQ. Devono avere caratteristiche adatte all'ambiente d'installazione ed alla tipologia di impianto.

I cavi da installare all'interno degli edifici devono essere conformi al regolamento dell'unione Europea n.305/11, o regolamento CPR (Construction Product Regulation). I cavi sono ritenuti prodotti da costruzione soprattutto perché la loro presenza è significativa per l'innesco e la propagazione dell'incendio, nonché per l'emissione dei prodotti della combustione.

Precisando anche che:

- I cavi facenti parte di macchine, apparecchi utilizzatori e similari non devono necessariamente essere CPR poiché tali macchine ed apparecchi non sono prodotti da costruzione, anche se fissati all'edificio;
- I cavi interni ad un quadro di distribuzione, ovvero un quadro facente parte dell'impianto elettrico di distribuzione dell'energia elettrica nell'edificio, devono essere CPR, in quanto parte integrante dell'impianto stesso;
- I cavi utilizzati in un cantiere edile per la costruzione di un edificio non devono essere CPR, poiché la loro presenza, quand'anche interna all'edificio, è temporanea;
- Non occorre alcun adeguamento per i cavi installati negli edifici esistenti, gli ampliamenti andranno però eseguiti con cavi CPR.

Il regolamento CPR non ha alcuna influenza sugli altri cavi, cioè non destinati ad essere incorporati negli edifici.

Classificazione cavi CPR:

Classe di reazione al fuoco	Tipo di cavi	Luogo di applicazione
E <sub>ca</sub>	<b>H07V-K, H07RN-F</b> e altri cavi armonizzati Corrispondenti ai vecchi cavi non propaganti la fiamma (autoestinguenti se provati da soli)	<u>Luoghi ordinari (non marci)</u> , qualunque modo di posa ammesso dalla norma CEI 64-8. I cavi E <sub>ca</sub> sono ammessi anche nei luoghi marci, art. 751.04.2.6 a), se incassati in strutture incombustibili, ad esempio in tubo sotto traccia nella muratura o posati in tubi metallici o canali metallici almeno IP4X, oppure art. 751.04.2.8 a): - se installati individualmente o distanziati tra loro almeno 25cm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso; - Se installati individualmente in tubi protettivi o involucri con grado di protezione almeno IP4X.
C <sub>ca-s3</sub> , d1, a3	<b>FG16(O)R16 0,6/1 kV</b> <b>FS17 450/750V</b> Corrispondenti ai vecchi cavi non propaganti l'incendio (autoestinguenti anche se installati in fascio)	<u>Luoghi marci</u> - <u>tipo B</u> (edifici con strutture portanti combustibili senza particolari requisiti antincendio), art. 751.03.3 e - <u>tipo C</u> (luoghi con carico d'incendio specifico >450 MJ/m <sup>2</sup> ), art. 751.03.4.
C <sub>ca-s1b</sub> , d1, a1	<b>FG16(O)M16 0,6/1 kV</b> <b>FG17 450/750V</b> Corrispondenti ai vecchi cavi non propaganti l'incendio e LS0H	<u>Luoghi marci tipo A</u> (elevata densità di affollamento o elevato tempo di sfollamento o elevato danno ad animali e cose in caso di incendio), art. 751.03.2, ad esempio ospedali, carceri, musei, locali sotterranei frequentati dal pubblico.
B2 <sub>ca-s1b</sub> , d1, a1	<b>FG180M16 0,6/1 kV</b> <b>FG180M18 0,6/1 kV</b> Nuovi cavi migliori di C <sub>ca-s1b</sub> , d1, a1	Luoghi dove il rischio relativo all'incendio è particolarmente alto

In funzione del tipo di cavo e della relativa condizione di posa, devono essere installati cavi aventi portata adeguata all'uso cui sono destinati, determinando le sezioni in funzione delle correnti di impiego (I<sub>b</sub>), delle portate dei cavi (I<sub>z</sub>), tenendo conto della temperatura dell'ambiente di posa, della caduta di tensione globale massima ammissibile e del numero dei conduttori/cavi attivi posati all'interno dello stesso tubo/canalizzazione.

La sezione minima dei cavi e dei conduttori, relativamente alla distribuzione in bassa tensione, non può essere inferiore a:

- 1,5 mm<sup>2</sup> - per i circuiti di segnalazione
- 1,5 mm<sup>2</sup> - per le derivazioni agli apparecchi illuminanti
- 1,5 mm<sup>2</sup> - per i circuiti luce
- 2,5 mm<sup>2</sup> - per i circuiti FM

In questo caso, la sezione dei conduttori di neutro non può essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase.

Per l'identificazione dei conduttori devono essere usati obbligatoriamente i colori:

blu chiaro	neutro del sistema
giallo/verde	conduttori di protezione ed equipotenziali.
nero, marrone e grigio	conduttori di fase dei cavi con guaina
nero, marrone, grigio, arancione, rosa, rosso, turchese, violetto e bianco	conduttori di fase dei cavi senza guaina

#### 4.2.5 Tipi di posa e modalità

La posa dei cavi e dei conduttori negli impianti di distribuzione, deve essere eseguita secondo le prescrizioni della normativa vigente.

Tipi di posa:

- entro tubazioni interrate;
- entro tubazioni incassate a pavimento o sotto intonaco;
- entro canali o passerelle porta cavi orizzontali o verticali;
- entro tubazioni a vista su murature o altre strutture;
- entro cunicoli (direttamente posati sul fondo o entro passerelle porta cavi in cunicoli di grandi dimensioni);
- a vista su muratura o altre strutture.

Nella posa in canali e passerelle, i cavi devono essere disposti affiancati ordinatamente.

La posa a vista su murature o strutture, è limitata ai tratti dove risulta indispensabile ed in ogni caso ad almeno 2,5 metri dal piano di calpestio, al di sotto dei quali il cavo deve essere protetto meccanicamente.

Per la posa sotto pavimento galleggiante o nel controsoffitto devono essere utilizzati cavi con guaina.

Nella posa entro tubazioni, deve essere garantita un'agevole sfilabilità dei cavi. Il diametro interno utile della tubazione deve essere non inferiore a 1,3 volte il diametro del fascio dei cavi contenuti.

Nella posa entro canalizzazioni e/o dei cunicoli, deve essere garantita un'agevole sfilabilità dei cavi. Il coefficiente di riempimento deve essere inferiore a 0,5.

Non sono ammesse le giunzioni di nessun tipo nelle canalizzazioni e nelle tubazioni. Le giunzioni devono essere eseguite solamente entro le cassette di derivazione e mediante opportuni morsetti di sezione adeguata.

L'ingresso dei cavi nelle cassette di derivazione, deve essere eseguito a mezzo di appositi raccordi pressacavo e/o tubo-scatola in funzione della tipologia dei conduttori.

I conduttori devono essere legati all'interno delle cassette di derivazione e disposti in fasci, ordinatamente, circuito per circuito.



Non è ammesso connettere o far transitare nella stessa cassetta di derivazione conduttori appartenenti ad impianti ed a servizi diversi, salvo installare appositi setti separatori.

Le giunzioni, le derivazioni, le connessioni agli apparecchi ed alle macchine, devono essere tali da garantire la facile inserzione nei loro alloggiamenti delle estremità dei conduttori da connettere, senza provocare riduzioni della sezione dei conduttori e mantenere in permanenza la pressione di contatto (utilizzazione di capicorda a compressione applicati a mezzo pinze con sblocco a fine corsa; adeguati terminali a vite con dadi muniti di rondelle anti allentamento).

La confezione delle estremità dei cavi per le connessioni degli apparecchi, le giunzioni e le derivazioni deve essere tale da assicurare permanentemente un isolamento dei conduttori tra loro e verso massa, non inferiore al grado di isolamento del cavo e tale da evitare mediante opportuna sagomatura dei conduttori, sforzi di trazione, flessione e torsione sui morsetti degli apparecchi connessi.

I terminali di partenza e di arrivo di ogni cavo devono essere opportunamente numerati ed identificati in modo univoco, secondo le specifiche delle Norme CEI 16-1 e 16-4.

È tassativamente proibito nastrare i terminali di colore diverso dei singoli conduttori dei cavi multipolari.

I cavi unipolari senza guaina sono proibiti nei seguenti tipi di posa:

- senza fissaggio (ad esempio entro cavità di strutture quali i controsoffitti e i pavimenti sopraelevati, telai di porte e finestre, entro cunicoli)
- fissaggio diretto su parete
- entro passerelle e/o canaline perforata o non perforata (metallica)
- cavo sospeso

Per i cavi posati in canalina o passerella in quantità tali da costituire carico d'incendio, deve essere creato uno sbarramento antifiamma in materiale coibente incombustibile, ad intervalli regolari lungo lo sviluppo della canalizzazione. Lo sbarramento deve avere forma e dimensione adatta ad impedire lo scavalco della fiamma e poter essere smontato o demolito con relativa facilità, per aggiungere o togliere i cavi, quando esiste tale esigenza. Sbarramenti analoghi devono essere realizzati in corrispondenza dei punti di passaggio del canale attraverso pareti e solette tagliafuoco, con grado di resistenza al fuoco REI equivalente a quello della parete o soletta attraversata.

## 4.3 Condotti

### 4.3.1 Condotti in tubo

I sistemi di tubi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica ed alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa che durante l'esercizio.

I riferimenti normativi per i condotti in tubo sono i seguenti:

- CEI EN 61386-1 (Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Prescrizioni generali)
- CEI EN 61386-21 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori)
- CEI EN 61386-22 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori)
- CEI EN 61386-23 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori)
- CEI EN 61386-24 (Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati)

I tubi devono avere un riempimento massimo tale che il diametro interno dello stesso sia 1,3 volte il diametro circoscritto del fascio dei cavi installato.

Le tubazioni devono avere andamento parallelo agli assi delle strutture evitando percorsi diagonali o accavallamenti; seguiranno inoltre il percorso più breve possibile e tale da non intralciare il transito e le operazioni di manovra e manutenzione delle apparecchiature.

In caso di posa in prossimità di superfici calde (considerando tali anche i rivestimenti protettivi dei tubi, condotti, ecc. in cui transitano dei fluidi a temperatura superiore a quella ambiente) le tubazioni devono essere fissate a non meno di 20 cm da tali sorgenti di calore.

Le curve delle tubazioni devono essere eseguite a largo raggio, tenendo conto delle condutture contenute.

Le derivazioni delle tubazioni devono essere eseguite esclusivamente mediante l'utilizzo di scatole di derivazione; per tratti particolarmente lunghi saranno previste opportune scatole rompitratta o giunti di infilaggio ogni 15 m o dopo tre curve consecutive.

L'ingresso dei tubi nelle scatole deve garantire un sicuro fissaggio e un grado di tenuta minimo IP44.

Le tubazioni a vista devono essere fissate con appositi collari del medesimo materiale della tubazione, con una interdistanza tra due sostegni non superiore a 70 cm. Deve essere garantita in ogni caso un'adequata rigidità della tubazione.

Deve essere sempre assicurata la continuità metallica, tra i singoli tratti di tubazioni metalliche.

### 4.3.2 Guaine

Guaine in PVC con spirale di rinforzo.

Guaine in materiale termoplastico a base di cloruro di polivinile (PVC) rigido per la spirale e flessibile per la guaina.

Caratteristiche principali:

- Schiacciamento: 350N su 5 cm a 20°C
- Urto a freddo: 2 Joule a - 5°C
- Resistenza alla temperatura: -20°C÷+70°C
- Resistenza alla fiamma: autoestinguente in meno di 30 secondi
- Rigidità dielettrica: Superiore a 2000V a 50 Hz per 15'

Queste guaine sono utilizzate in accoppiamento con tubazioni o scatole di derivazione in PVC, per il collegamento di apparecchi soggetti a vibrazioni o piccoli movimenti durante il funzionamento ordinario.

Guaine in acciaio zincato con rivestimento in PVC.

Guaina flessibile in acciaio zincato a semplice o doppia aggraffatura, con rivestimento esterno in PVC liscio.

Caratteristiche principali:

- Buona resistenza agli oli all'invecchiamento e agli agenti atmosferici.
- Autoestinguenti a norme CEI 23-8.
- Buona resistenza meccanica, all'abrasione e all'usura.
- Temperatura di esercizio  $-15^{\circ}+70^{\circ}\text{C}$ .

Queste guaine sono utilizzate in accoppiamento con tubazioni o scatole di derivazione in metallo, per il collegamento di apparecchi soggetti a vibrazioni o piccoli movimenti durante il funzionamento ordinario.

L'utilizzo delle guaine deve essere limitato alle parti terminali delle linee per il collegamento degli apparecchi utilizzatori. E' consentito per evitare ostacoli particolarmente difficoltosi da superare con tubazioni o canaline.

I raccordi di accoppiamento delle guaine, devono garantire un grado di tenuta idoneo all'ambiente nel quale sono installati. Devono essere in nylon autoestinguente o in ottone nichelato o in acciaio, in funzione della guaina ed evitare che l'estremità tagliata della guaina possa danneggiare i cavi durante l'infilaggio.

Il diametro minimo interno dei raccordi e delle guaine non deve essere inferiore all'85% del diametro minimo ammesso per i tubi.

#### **4.3.3    Canali e passerelle porta cavi**

Canali e passerelle devono avere una sezione netta pari ad almeno due volte quella occupata dalle condutture ed un'altezza utile dei bordi mai inferiore al diametro del cavo più grande contenuto.

I sostegni sono realizzati con opportune mensole in acciaio zincato (o altro materiale idoneo), posate con interdistanza massima 2 m, ma comunque sufficiente a garantirne la necessaria rigidità. I supporti e le mensole, devono presentare robustezza adatta a sostenere il peso proprio delle canalizzazioni e il peso dei cavi in essi contenuti.

Nell'attraversamento di pareti o solette le passerelle e i canali devono essere inquadrati da telai metallici adatti alla successiva creazione del diaframma di sbarramento antifiamma.

Le curve a discesa dei canali devono essere eseguite in maniera tale da evitare che il peso stesso dei cavi possa danneggiare l'isolamento. Nei tratti verticali particolarmente lunghi, devono essere

adottati appositi sostegni per il fissaggio meccanico delle condutture. Tali sostegni devono essere realizzati con profilati fissati con viti sul fondo del canale, ove alloggeranno appositi morsetti serracavi. Dove il numero delle condutture non consentisse un adeguato uso dei morsetti serracavi vengono utilizzati collari in nylon.

Nei canali e nelle passerelle porta cavi destinate alla posa di conduttori unipolari tipo FS17 450/750 V o similare, deve essere sempre assicurata la continuità metallica tra i singoli elementi della canalizzazione.

#### **4.3.4 Cavidotti interrati**

I cavidotti devono essere di sezione circolare, in materiale plastico rigido tipo pesante, secondo le Norme C.E.I. 23-8, con resistenza allo schiacciamento non inferiore a 200 Kg/dm, con striscia ad elica esterna di colore giallo, per la distribuzione nei tratti interrati o incassati nei sottofondi dei pavimenti.

I cavidotti devono avere un diametro interno non inferiore a 1,8 volte il diametro del cerchio circoscrivente il fascio dei conduttori.

Le tubazioni interrate, faranno sempre capo a pozzetti di dimensioni adeguate, completi di chiusino. Per tratte particolarmente lunghe saranno inoltre previsti pozzetti rompi tratta almeno ogni 30 m e ad ogni cambio di direzione. Nei tratti interrati le tubazioni devono essere posate a profondità minima di 50 cm dal piano di calpestio.

Le giunzioni devono essere realizzate con appositi collanti atti a garantirne la tenuta.

Il tubo deve essere fornito compreso di sonda per l'infilaggio dei cavi. La fornitura include l'imbocco nei pozzetti di transito.

#### **4.3.5 Mensole e supporti.**

Tutte le mensole, i supporti, le staffe, le guide metalliche, le viterie, impiegate per l'esecuzione degli impianti, devono essere trattate contro l'ossidazione con il metodo più adatto all'ambiente. Per la posa all'esterno o in ambienti umidi, le parti metalliche devono essere zincate a caldo o in acciaio inox. I supporti di sostegno devono avere robustezza adatta per sostenere il peso a cui sono stati destinati. Se per l'installazione interna si utilizzeranno staffe, mensole, supporti non zincati, questi devono essere verniciati, previo trattamento antiruggine prima della verniciatura.

#### **4.3.6 Cassette di derivazione.**

Le cassette di derivazione devono essere impiegate ogni volta che si deve eseguire una giunzione od uno smistamento di conduttori e tutte le volte che sia necessario per facilitare l'infilaggio dei conduttori, affinché durante tali operazioni i conduttori non subiscano danneggiamenti all'isolante o non siano sottoposti a sforzi di trazione troppo elevati. In ogni caso deve essere installata una cassetta di derivazione ogni 15 m di tubo oppure ogni tre curve.

Devono essere previste scatole separate per impianti e servizi diversi. Ove nella stessa scatola coesistano impianti diversi, si devono impiegare appositi setti separatori. Le cassette devono avere dimensioni adeguate in funzione dei conduttori o delle morsettiere in esse contenute.

Le scatole impiegate per la distribuzione delle linee devono essere scelte tra le seguenti in funzione dell'uso e del luogo di installazione:

- Negli impianti ordinari, realizzati con tubazioni incassate a parete, devono essere utilizzate scatole da incasso in materiale plastico, con coperchio fissato con viti, con pareti ad imbocchi sfondabili. La posa incassata deve essere a filo del rivestimento interno.
- Dove esistano opere murarie in cemento armato o prefabbricate, devono essere impiegate, scatole in materiale termoplastico autoestinguente o metalliche, in funzione del tipo di tubazione scelto. Tali scatole devono servire alla giunzione delle condutture, alla derivazione o come rompitratte delle tubazioni. Tali scatole devono essere posate a vista su pareti o strutture atte allo scopo ed essere raggiungibili con mezzi comuni.

Tutte le cassette devono avere un coperchio fissato con viti, completo di guarnizione e dovrà essere garantito un grado di protezione minimo IP 44.

#### 4.4 Protezione contro i sovraccarichi (Norma CEI 64.8/4 - 433.2)

Per garantire la protezione dalle correnti di sovraccarico, la norma CEI 64.8/4 - 433.2, prevede il coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione.

Il dispositivo di protezione deve soddisfare le condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

$I_b$  = Corrente di impiego del circuito

$I_n$  = Corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_z$  = Portata in regime permanente della conduttura

$I_f$  = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione che provoca il suo intervento entro un tempo convenzionale

#### 4.5 Protezione contro i corto circuiti (CEI 64.8/4 – 434.3)

La protezione dalle correnti cortocircuito è svolta da un dispositivo in grado di interrompere la corrente di corto circuito ( $I_{cc}$ ) prima che tali correnti possano diventare pericolose (innescano incendio – compromissione integrità dei cavi conduttori).

In particolare devono essere verificate le seguenti condizioni:

$$1) \quad I_{ccMax} \leq P.d.i.$$

Questa relazione assicura che il dispositivo interrompa effettivamente la corrente di corto circuito.

Dove:

$I_{ccMax}$  : corrente di corto circuito massima

P.d.i.: Potere di interruzione apparecchiatura di protezione ( $I_k$ )

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

Questa relazione assicura l'integrità del cavo oggetto del corto circuito.

Dove:

$(I^2 .t)$ : valore efficace della corrente di corto circuito

$t$ : tempo d'intervento del dispositivo di protezione

$S$ : sezione del conduttore

$K$ : coefficiente che tiene conto del materiale del conduttore e del tipo di isolamento:

Conduttore in rame e isolato in PVC:  $K= 115$

Conduttore in rame e isolato in gomma G:  $K= 135$

Conduttore in rame e isolato in gomma etilenpropilenica G5-G7:  $K= 143$

Conduttore in alluminio e isolato in PVC:  $K= 74$

Conduttore in alluminio e isolato in G, G5-G7:  $K= 84$

## 4.6 Protezione contro i contatti diretti

La protezione dai contatti diretti deve essere realizzata nei modi seguenti:

- L'isolamento delle parti attive accessibili deve essere realizzato con un materiale che può essere rimosso solo con la sua distruzione.
- Gli involucri esterni dei componenti elettrici che sono a portata di mano devono avere grado di protezione minimo IPXXD.
- Le parti attive, anche all'interno dei quadri elettrici, devono essere poste entro involucri o barriere tali da assicurare almeno il grado di protezione IPXXB.

I circuiti terminali che possono essere maggiormente soggetti ad usura e danneggiamenti e le prese, devono essere protetti da interruttori automatici differenziali con  $I_{dn}=30$  mA (che garantiscono una protezione addizionale dai contatti diretti), salvo diversa indicazione.

## 4.7 Protezione contro i contatti indiretti

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.

Nel caso di sistema TT, in base alla norma CEI 64-8/4 – 413.1.4, la protezione dai contatti indiretti è assicurata mediante l'uso di dispositivi di interruzione differenziale e la realizzazione di un impianto di terra che insieme soddisfino la seguente condizione:

$$I_{dn} \leq U/R_E$$

dove:

$R_E$  = resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse

$U = 25$  V per i contatti in condizioni particolari; 50 V per i contatti in condizioni ordinarie

$I_{dn}$  = corrente differenziale nominale d'intervento del dispositivo di protezione.

## 4.8 Dispositivi di protezione

La scelta dei dispositivi di protezione deve essere effettuata in base alle caratteristiche elettriche nominali delle condutture ed ai valori delle correnti di guasto.

Le grandezze da verificare sono:

- corrente nominale della protezione (tramite la quale si è dimensionata la conduttura)
- numero dei poli
- tipo di protezione
- tensione di impiego (tensione nominale dell'utenza)
- potere di interruzione (superiore alla massima corrente di guasto a monte dell'utenza)
- 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 dell'utenza.

### 4.8.1 Dispositivi differenziali

I dispositivi di protezione differenziale devono essere scelti in accordo con le relative norme di prodotto che per i differenziali ad uso domestico o similare sono le norme CEI 23-18, 23-42 e 23-44. Il dispositivo differenziale è adatto alla protezione dell'impianto contro i contatti indiretti nei sistemi TT e TN-S e se la taratura non supera i 30mA costituisce una protezione aggiuntiva anche contro i contatti diretti. L'uso di dispositivi differenziali associati a circuiti che non siano provvisti di conduttore di protezione non deve essere considerato come una misura di protezione sufficiente contro i contatti indiretti anche se la corrente differenziale nominale di intervento non supera i 30mA. (CEI 64-8 Quarta edizione 531.2.1.5)

## 4.9 Impianto di terra

L'impianto di terra deve essere realizzato in base alle specifiche riportate al Capitolo 54 delle Norme CEI 64-8 Quarta edizione e nelle Norme CEI 11-1 Nona edizione per gli impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica.

L'impianto di terra inteso nella globalità dei suoi componenti (conduttori di protezione, conduttori equipotenziali, conduttore di terra e dispersori) deve garantire le seguenti caratteristiche:

- il valore della resistenza di terra deve essere coordinato con le protezioni scelte
- eventuali correnti di guasto o di dispersione devono essere sopportate dall'impianto di terra senza danno di ogni genere (Termici - meccanici ed elettromeccanici)

- i materiali impiegati e le eventuali connessioni devono avere sufficiente solidità per resistere nel tempo e devono essere protetti contro eventuali danni meccanici, termici o chimici causati dall'ambiente circostante.

Fanno parte dell'impianto di messa a terra:

#### Conduttori di protezione

La sezione dei conduttori di protezione si ottiene come descritto all'art. 543.1 della Norma CEI 64-8. Normalmente il conduttore di protezione è scelto seguendo la tabella 54F:

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto $S \text{ (mm}^2\text{)}$	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione $S_p \text{ (mm}^2\text{)}$
$S \leq 16$	$S_p = S$
$16 < S \leq 35$	$S_p = 16$
$S > 35$	$S_p = S/2$

In particolare, ove si riterrà conveniente, la sezione del conduttore di protezione sarà ottimizzata applicando la formula riportata all'articolo 543.1.1. Si dovrà comunque tenere conto che ogni conduttore di protezione, che non faccia parte della conduttura di alimentazione, non deve essere, in ogni caso, inferiore a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica
- 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica

Per ulteriori specifiche si rimanda alle Norme CEI 64-8 .

#### Conduttore di terra

Il conduttore di terra deve essere conforme alle sezioni minime indicate per i conduttori di protezione ed essere in accordo con la tabella 54A della Norma CEI 64-8 :

Tabella 54A - Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra

Protetti contro la Corrosione	In accordo con art. 543.1	16 mm <sup>2</sup> rame 16 mm <sup>2</sup> ferro zincato(*)
Non protetti contro la Corrosione		25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato(*)
(*) Zincatura secondo la Norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente		

#### Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali principali devono avere una sezione non inferiore alla metà di quella del conduttore di protezione di sezione maggiore, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup> ed un massimo di 25 mm<sup>2</sup> se in rame.

Le masse estranee più comuni che devono essere collegate al nodo principale di terra sono: la tubazione dell'acqua, la tubazione del riscaldamento e la tubazione del gas.



Tutte le parti metalliche non facenti parte dell'impianto elettrico devono essere considerate per valutarne la necessità di realizzazione di un collegamento equipotenziale secondo i seguenti criteri:

Tubazione metallica entrante nell'edificio.		Obbligo di collegamento
Tubazione impianto riscaldamento / condizionamento.		
Struttura metallica dell'edificio		
Ferri del cemento armato		
Parte metallica con propria resistenza di terra naturale inferiore a 1000Ω in ambienti ordinari ed a 200Ω negli ambienti ad uso medico, nei cantieri e nelle strutture ad uso agricolo o zootecnico	Ragionevole possibilità di contatto simultaneo, da parte di una persona o di un animale, della parte metallica e di una massa:	Collegamento consigliato
	Contatto simultaneo non ipotizzabile.	Collegamento non necessario.
Parte metallica con propria resistenza di terra naturale maggiore a 1000Ω in ambienti ordinari ed a 200Ω negli ambienti ad uso medico o in strutture ad uso agricolo o zootecnico		

I conduttori equipotenziali supplementari devono avere una sezione minima di 2,5 mm<sup>2</sup> se protetti meccanicamente e di 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista nessuna protezione meccanica.

#### Nodo principale di terra

Il collettore generale di terra deve essere in barra di rame nudo, completo di fori e di dimensioni tali da garantire il collegamento del conduttore principale di terra e dei conduttori equipotenziali. I terminali dei cavi collegati al collettore di terra dovranno essere identificati mediante targhetta indelebile.

#### Dispensori

I dispersori intenzionali possono essere costituiti da:

- tondi, profilati, tubi
- nastri, corde
- piastre
- conduttori posti nello scavo di fondazione

I dispersori di fatto possono essere costituiti da:

- ferri di armatura nel calcestruzzo incorporato nel terreno
- tubazioni metalliche dell'acqua, alle condizioni dell'art. 542.2.5 delle Norme CEI 64-8
- altre strutture interrate adatte allo scopo

Il tipo e la profondità di posa dei dispersori deve essere tale che eventuali fenomeni di congelamento o essiccamento del terreno circostante non possano variare in modo rilevante il valore della resistenza di terra.

Le dimensioni minime e la natura dei dispersori devono essere conformi a quanto riportato nella seguente tabella.

## Dimensioni dei dispersori

	1	2	3	4	5
	Tipo di elettrodo	Dimensioni	Acciaio zincato a caldo (CEI 7-6) (1)	Acciaio rivestito di rame	Rame
Per posa nel terreno	Piastra	Spessore mm	3	■	3
	Nastro	Spessore mm Sezione mm <sup>2</sup>	3 100	■	3 50
	Tondino o conduttore massiccio	Sezione mm <sup>2</sup>	50	■	35
	Conduttore cordato	Øciascun filo mm Sezione corda mm <sup>2</sup>	1,8 50	■	1,8 35
Per infissione nel terreno	Picchetto a tubo	Øesterno mm Spessore mm	40 2	■	30 3
	Picchetto massiccio	Ø mm	20	15(2)(3)	15
	Picchetto profilato	Spessore mm Dimensione trasversale mm	5 50	■	5 50
(1) Anche acciaio senza rivestimento protettivo, purché con spessore aumentato del 50% (sezione minima 100 mm <sup>2</sup> ) (2) Rivestimento per deposito elettrolitico: 100 µm (3) Rivestimento per trafilatura: Spessore 500 µm ■ Tipo e dimensioni non considerati nella Norma					

Per limitare gli effetti della corrosione dovuti alla formazione di coppie galvaniche occorre scegliere materiali vicini fra loro nella scala di nobiltà.

Sono adatti alla posa diretta nel terreno per la funzione di dispersori, il rame nudo o stagnato e l'acciaio zincato a caldo.

Quando il terreno di posa è particolarmente aggressivo si consiglia:

- con terreno fortemente acido di evitare l'uso di acciaio zincato.
- con terreno contenente cloruri di evitare l'uso di acciaio inossidabile.

Nelle giunzioni:

- evitare il contatto con il terreno umido proteggendo la giunzione con nastri vulcanizzanti o simili;
- limitare le coppie elettrochimiche utilizzando materiali omogenei nell'accoppiamento conduttore – morsetto - conduttore.

Nel collegamento all'impianto di terra di serbatoi o altre strutture in acciaio o acciaio zincato immerse nel terreno evitare l'uso di rame nudo come dispersore ed il collegamento delle strutture stesse ai tondini di armatura di fondazioni estese.

È sconsigliata la posa nel terreno di tubazioni nude in acciaio zincato in presenza di altre tubazioni in rame nudo o di elementi dispersori in rame. In generale si consiglia l'impiego di tubi protetti con

rivestimento isolante di idoneo spessore. Con terreni aggressivi o particolarmente umidi il collegamento di dispersori in acciaio zincato ai tondini di armatura delle fondazioni può facilitare la corrosione dei dispersori stessi.

## 5 Dati tecnici di progetto

### 5.1 SSF – P1 - Narro

#### 5.1.1 Alimentazione

Dovrà essere inoltrata richiesta al distributore locale (E-Distribuzione) per nuova fornitura ed installazione del contatore di energia elettrica.

Caratteristiche della fornitura:

- Alimentazione da rete BT
- Potenza disponibile 12 kW
- Sistema elettrico 3F+N
- Frequenza 50 Hz
- Collegamento a terra sistema TT
- Tensione nominale 400/230 V
- Corrente di cortocircuito presunta 10 kA (secondo CEI 0-21)

#### 5.1.2 Dati utenze

Dal contatore energia sarà derivata l'alimentazione del Quadro Generale:

- Alimentazione 400V – 50Hz – 3F+N
- Potenza nominale 11,6 kW -  $\cos\phi$  0,9 – 18,6A

Il quadro Generale andrà ad alimentare le seguenti utenze:

- Quadro comando Pompe 11 kW
- Quadro telecontrollo 0,5 kW
- Misuratore di portata 0,1 kW
- Gruppo prese di servizio 9 kW

Le pompe di sollevamento hanno le seguenti caratteristiche:

- Pompa 1 5,5 kW – avviamento inverter
- Pompa 2 5,5 kW – avviamento inverter

La caduta di tensione nel punto più sfavorevole, con tutti gli utilizzatori inseriti non deve superare il 2%. Per le derivazioni terminali, la caduta di tensione complessiva deve essere inferiore al 4%.

## 5.2 SSF – P2 – Indovero

### 5.2.1 Alimentazione

Dovrà essere inoltrata richiesta al distributore locale (E-Distribuzione) per nuova fornitura ed installazione del contatore di energia elettrica.

Caratteristiche della fornitura:

- Alimentazione da rete BT
- Potenza disponibile 6 kW
- Sistema elettrico 3F+N
- Frequenza 50 Hz
- Collegamento a terra sistema TT
- Tensione nominale 400/230 V
- Corrente di cortocircuito presunta 10 kA (secondo CEI 0-21)

### 5.2.2 Dati utenze

Dal contatore energia sarà derivata l'alimentazione del Quadro Generale:

- Alimentazione 400V – 50Hz – 3F+N
- Potenza nominale 5,4 kW -  $\cos\varphi$  0,8 – 11,1 A

Il quadro Generale andrà ad alimentare le seguenti utenze:

- Quadro comando Pompe 4,8 kW
- Quadro telecontrollo 0,5 kW
- Misuratore di portata 0,1 kW
- Gruppo prese di servizio 9 kW

Le pompe di sollevamento hanno le seguenti caratteristiche:

- Pompa 1 2,4 kW – avviamento diretto
- Pompa 2 2,4 kW – avviamento diretto

La caduta di tensione nel punto più sfavorevole, con tutti gli utilizzatori inseriti non deve superare il 2%. Per le derivazioni terminali, la caduta di tensione complessiva deve essere inferiore al 4%.

## 6 Descrizione delle opere e modalità di esecuzione

Per ogni stazione di sollevamento, devono essere realizzate le seguenti opere:

- Quadro elettrico generale (QG).
- Quadro comando Pompe di sollevamento (QP).
- Linee di alimentazione tra quadri elettrici ed utenze e relative apparecchiature di sezionamento.
- Cavidotti, passerelle porta cavi, tubazioni, scatole di derivazione.

- Linee per trasmissione dati, segnali e comandi.
- Impianto di terra.
- Smontaggio e modifica dell'impianto elettrico esistente.

## 6.1 Qualità dei materiali, dei componenti e delle apparecchiature

Tutti i materiali impiegati nell'esecuzione delle opere, devono essere scelti fra quanto di meglio il mercato sia in grado di fornire, tenuto conto del rapporto qualità/prezzo, dell'importanza della continuità di servizio e della facilità di reperire i pezzi di ricambio in fase di manutenzione.

I materiali, i componenti e le apparecchiature installate devono essere conformi alle direttive di prodotto emanate dalla Comunità Europea ed essere provvisti di almeno uno dei seguenti marchi:

- Marcatura CE
- Marchio Italiano di Qualità (IMQ) per tutti i prodotti per i quali il Marchio è ammesso.
- Marchio C.E.I. (Comitato Elettrotecnico italiano) se sussiste il regime di concessione di tale contrassegno
- Marchio di Enti autorizzati per tutti i componenti sottoposti a certificazioni (AD-FT, Ex-d, Ex-e, ecc.)

A richiesta della Committente dovrà essere esibita copia del certificato di rispondenza alle direttive europee.

In particolare, le apparecchiature elettriche ed elettroniche devono rispondere alle seguenti Direttive, in quanto applicabili:

- Direttiva Bassa Tensione;
- Direttiva Macchine;
- Direttiva EMC;
- Direttiva ATEX.

Sono preferiti prodotti con marchi di efficienza energetica.

L'Azienda Appaltatrice, in ogni caso, deve sottoporre alla Committente, tramite la Direzione Lavori, marche e modelli dei componenti e delle apparecchiature da installare; a richiesta, deve elaborare i costruttivi di cantiere con la verifica tecnica dei dimensionamenti.

Tutti i materiali, devono avere caratteristiche elettriche, meccaniche, chimiche e termiche ampiamente idonee per l'esercizio normale ed essere adatti alle caratteristiche ambientali, alle condizioni di posa e di utilizzo per i quali sono destinati.

## 6.2 Quadri elettrici

I quadri elettrici devono essere conformi alla recente normativa internazionale, europea e italiana. Devono essere dimensionati per funzionare con temperatura ambiente da -10°C a

+40°C. Le carpenterie e/o i contenitori modulari devono essere adatti a contenere le apparecchiature indicate negli schemi elettrici allegati.

Prima di procedere alla realizzazione dei quadri elettrici il costruttore deve sottoporre alla Direzione Lavori, lo schema elettrico definitivo e l'elenco dei componenti che intende utilizzare, per l'approvazione.

### 6.2.1 Quadro Elettrico Generale

Per ogni stazione di sollevamento, i quadri elettrici di distribuzione generale (QG) sono da realizzare come dai relativi schemi elettrici di progetto allegati. Ogni quadro elettrico deve essere installato all'interno del nuovo manufatto corrispondente e deve alimentare le seguenti utenze:

- Quadro elettrico di comando pompe (QP)
- Quadro gestione e telecontrollo (QTLC)
- Misuratore di portata
- Prese di servizio
- Scorte per futuro utilizzo

Il quadro QG deve contenere apparecchiature di costruzione standard e di prima qualità ed avere almeno le seguenti caratteristiche:

- contenitore in materiale isolante poliestere in grado di resistere a sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche; colore grigio RAL 7035; doppio isolamento; installazione a parete.
- Porta frontale trasparente con serratura a chiave;
- grado di protezione minimo IP55
- parti attive inaccessibili per la sezione di quadro a monte dell'interruttore generale, compreso morsettiera di ingresso;
- protezioni contro i contatti diretti;
- intelaiatura interna a guide unificate e pannelli di fondo;
- canaline porta cavi;
- sbarre in rame per conduttori di protezione;
- collegamento a terra delle parti metalliche;
- morsettiera di uscita per alimentazione utenze;
- morsettiera per segnali e misure da collegare al quadro telecontrollo;
- segnalazione di presenza tensione;
- analizzatore di rete digitale con contatore di energia omologato MID in grado di trasmettere i dati all'esterno;
- dispositivo di protezione contro le sovratensioni;
- interruttori di protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuiti;
- interruttori differenziali e/o altri dispositivi di protezione contro i contatti indiretti;

- predisposizione per l'acquisizione e trasmissione di dati;
- predisposizione per invio segnali di stato interruttori;
- spazio di riserva per future installazioni;
- targhette identificative applicate su tutti i componenti, compreso i cavi elettrici di cablaggio, conformi allo schema elettrico del costruttore;
- targhe con avvisi di sicurezza da apporre all'interno ed all'esterno;
- targa identificativa del quadro

Documentazione a corredo:

- o dichiarazione di conformità CE del costruttore;
- o schema elettrico esecutivo del costruttore;
- o verbale di collaudo;
- o manuale uso e manutenzione;
- o elenco e specifiche tecniche di componenti e materiali.

I disegni di progetto del fronte quadro e della carpenteria, sono intesi come indicativi in quanto gli stessi possono variare sulla base delle scelte del costruttore e delle modalità di cablaggio.

Le scelte progettuali fanno riferimento a carpenteria e apparecchiature di primarie marche.

### 6.2.2 Quadro comando Pompe SSF – P1 – Narro

Le pompe scelte per la stazione di pompaggio SSF – P1 – Narro, sono comandate da apparecchiature in grado di variare la velocità di rotazione, installate direttamente a bordo macchina.

Il quadro elettrico sarà fornito direttamente dal costruttore delle pompe e dovrà avere le seguenti caratteristiche:

- quadro in poliestere con porta frontale, controporta a cerniera, doppio isolamento, installazione a parete;
- Controporta con cerniere per montaggio apparecchi di comando e segnalazione;
- grado di protezione minimo IP55;
- Interruttore generale con blocco porta;
- alimentatore UPS per circuiti ausiliari completo di batterie tampone;
- portafusibili e fusibili per circuiti ausiliari;
- interruttori automatici salvamotore;
- contattori di potenza tripolari con contatti ausiliari;
- selettori, lampade spia di segnalazione a led, contaore, pulsanti luminosi, relè per circuiti ausiliari;
- Pannello operatore per configurazione e visualizzazione dei parametri.
- interfacci di trasmissione dati al sistema di telecontrollo;

- cablaggio predisposto per ricezione comandi ed invio segnalazioni e misure al sistema di telecontrollo;
- morsettiera di potenza, morsettiera ausiliari, morsettiera segnali e misure per telecontrollo;
- targhette identificative applicate su tutti i componenti, compreso i cavi elettrici di cablaggio, conformi allo schema elettrico del costruttore.
- targa identificativa del quadro.

Documentazione a corredo:

- o dichiarazione di conformità CE del costruttore;
- o schema elettrico esecutivo del costruttore;
- o verbale di collaudo;
- o manuale uso e manutenzione;
- o elenco e specifiche tecniche di componenti e materiali

Il dimensionamento delle apparecchiature deve essere calcolato in base alle caratteristiche del carico, al tipo di avviamento ed al sistema di gestione.

La logica di funzionamento deve essere concordata e preventivamente approvata dalla direzione lavori.

### 6.2.3 Quadro comando Pompe SSF -P2 - Indovero

Il quadro di comando pompe deve essere realizzato secondo lo schema elettrico di progetto allegato e deve essere installato all'interno del nuovo manufatto.

Deve contenere indicativamente almeno le seguenti apparecchiature di costruzione standard e di prima qualità:

- quadro in poliestere con porta frontale, controporta a cerniera, colore grigio RAL 7035, doppio isolamento, installazione a parete;
- Porta frontale trasparente con serratura a chiave;
- Controporta con cerniere per montaggio apparecchi di comando e segnalazione;
- grado di protezione minimo IP55;
- Interruttore generale con blocco porta;
- trasformatore 24Vac per circuiti ausiliari;
- alimentatore 24Vdc per modulo logico di comando;
- portafusibili e fusibili per circuiti ausiliari;
- amperometri tipo analogico alimentato da loop, con trasduttori di corrente 4-20mA;
- interruttori automatici salvamotore;
- contattori di potenza tripolari con contatti ausiliari;
- selettori, lampade spia di segnalazione a led, contaore, pulsanti luminosi, relè per circuiti ausiliari;



- modulo logico o PLC per gestione automatica in modalità "locale", da programmare secondo istruzioni del committente.
- cablaggio predisposto per ricezione comandi ed invio segnalazioni e misure al sistema di telecontrollo;
- morsettiera di potenza, morsettiera ausiliari, morsettiera segnali e misure per telecontrollo;
- targhette identificative applicate su tutti i componenti, compreso i cavi elettrici di cablaggio, conformi allo schema elettrico del costruttore.
- targa identificativa del quadro.

Documentazione a corredo:

- o dichiarazione di conformità CE del costruttore;
- o schema elettrico esecutivo del costruttore;
- o verbale di collaudo;
- o manuale uso e manutenzione;
- o elenco e specifiche tecniche di componenti e materiali

Il dimensionamento delle apparecchiature deve essere calcolato in base alle caratteristiche del carico, al tipo di avviamento ed al sistema di gestione.

La logica di funzionamento ed i circuiti ausiliari sono riportati nello schema di progetto. Qualsiasi variazione deve essere preventivamente approvata dalla direzione lavori.

I disegni di progetto del fronte quadro e della carpenteria, sono intesi come indicativi in quanto gli stessi possono variare sulla base delle scelte del costruttore e delle modalità di cablaggio.

Le scelte progettuali fanno riferimento a carpenteria e apparecchiature di primarie marche.

## 6.3 Prese a spina

### 6.3.1 Prese a spina ad uso industriale

Le prese a spina per uso industriale devono essere installate all'interno del nuovo manufatto ed avere le seguenti caratteristiche:

- Norme CEE 17(CEI 23-12)
- tensione nominale massima 230V o 380/415V
- corrente nominale massima di 16 A.
- con fusibile di protezione o magnetotermico, con doppio blocco meccanico che impedisce la chiusura dell'interruttore rotativo a spina estratta e l'estrazione della spina ad interruttore chiuso.
- Se necessario, con apposite cassette di smistamento per il collegamento di più prese in batteria.

Tutte le prese per la distribuzione trifase, devono avere il medesimo senso ciclico delle fasi.

Per ogni stazione di sollevamento, è prevista l'installazione di una presa monofase e di una presa trifase.

### 6.3.2 Prese a spina "decontattore"

All'interno delle camere di manovra delle stazioni di pompaggio, è prevista l'installazione di due sistemi presa/spina decontattore (presa+sezionatore), adatte per il sezionamento locale (isolamento fisico di sicurezza) delle linee di alimentazione delle pompe; manovrabili da personale comune (PEC), per consentire lo svolgimento di attività manutentiva sulle parti non elettriche.

Per ciascuna pompa, il sistema è composto di scatola da parete in poliestere + flangia inclinata + presa + spina con impugnatura diritta, supporti di fissaggio, eventuali pezzi speciali ed accessori.

Caratteristiche principali:

- spina e presa 3 Poli + T – 32A - 440V - IP67 – 2 contatti ausiliari; applicazione per motori e macchine in genere;
- potere d'interruzione integrato in classe AC23, secondo norma EN 60947/3 (interruttori, sezionatori di manovra sotto carico);
- dotazione di contatti di potenza e contatti ausiliari per sonda termica e/o altre segnalazioni, con viterie e molle in acciaio AISI 316L;
- custodie in poliestere con grado di protezione IP66 e IP67, resistenti alle atmosfere con presenza di H<sub>2</sub>S;
- temperatura d'esercizio da -40°C a +60°C
- possibilità di dotazione di pulsante a fungo per comando di emergenza e blocco meccanico lucchettabile;
- spina con contatti inossidabili in argento-nichel su molle in acciaio armonico ad alta pressione di contatto; dotata frontalmente di disco otturatore di sicurezza con grado di protezione pari a IP4X; conforme alla norma EN 60309-1 ed alla 60204-1 (direttiva macchine) in termini di dispositivo di sezionamento (isolamento) dall'alimentazione principale.

## 6.4 Cavi

Saranno posati cavi rispondenti alle norme CEI e UNEL, conformi al regolamento CPR, di primaria marca e con marchio IMQ.

Per il collegamento del quadro generale al contatore, per l'alimentazione dei carichi e per le linee segnali, saranno posati cavi unipolari con guaina tipo FG16R16 e/o cavi multipolari tipo FG16OR16, idonei per posa fissa, non propaganti l'incendio, a ridotta emissione di gas corrosivi, con le seguenti caratteristiche:

- Categoria CPR: Cca-s3,d1,a3
- conduttore flessibile in rame rosso ricotto classe 5

- isolamento in gomma etilenpropilenica HEPR, di qualità G16
- riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico
- guaina in mescola termoplastica tipo R16
- Tensione d'esercizio 06/1 kV
- Temperatura minima d'esercizio -15°C
- Temperatura massima d'esercizio +70°C (cavi unipolari) +90°C (cavi multipolari).

Per l'alimentazione delle pompe con motore a velocità variabile, saranno posati cavi unipolari schermati con guaina tipo FG16H2R16 e/o cavi multipolari schermati tipo FG16OH2R16, idonei per posa fissa, non propaganti l'incendio, a ridotta emissione di gas corrosivi, schermatura per protezione da interferenze elettromagnetiche, con le seguenti caratteristiche:

- Categoria CPR: Cca-s3,d1,a3
- conduttore flessibile in rame rosso ricotto classe 5
- isolamento in gomma etilenpropilenica HEPR, di qualità G16
- guainetta in PVC con riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico
- guaina in mescola termoplastica tipo R16
- Tensione d'esercizio 06/1 kV
- Temperatura minima d'esercizio -15°C
- Temperatura massima d'esercizio +90°C

Per il cablaggio ed i collegamenti all'interno dei quadri elettrici, per i collegamenti equipotenziali ed all'impianto di terra, saranno posati cavi unipolari tipo FS17, con le seguenti caratteristiche:

- Categoria CPR: Cca-s3,d1,a3
- conduttore flessibile in rame rosso ricotto classe 5
- isolamento in PVC tipo S17
- Tensione d'esercizio 06/1 kV
- Temperatura minima d'esercizio -15°C
- Temperatura massima d'esercizio +70°C

Per i collegamenti delle linee di trasmissione dati e misure, saranno posati cavi multipolari schermati tipo FG16OH2R16, con le seguenti caratteristiche:

- Categoria CPR Cca-s3,d1,a3
- conduttore flessibile in rame rosso ricotto classe 5
- isolamento in gomma etilenpropilenica HEPR, di qualità G16
- Guainetta in PVC e materiale non fibroso e non igroscopico
- Schermo costituito da treccia di fili di rame rosso
- Guaina termoplastica tipo R16
- Tensione d'esercizio 06/1 kV

- Temperatura minima d'esercizio -15°C
- Temperatura massima d'esercizio +90°C

## 6.5 Conduitture – scatole - accessori

### 6.5.1 Passerella porta cavi

All'interno dei manufatti di alloggiamento dei quadri elettrici è prevista la posa di una passerella porta cavi in rete di tondini d'acciaio elettrosaldati, zincata a caldo, compresa di setto separatore e coperchio. Completa di staffe di fissaggio, eventuali pezzi speciali ed accessori di giunzione e di fissaggio.

Dimensioni minime 100x80mm.

### 6.5.2 Tubi

All'interno delle camere di manovra e dei manufatti quadri elettrici, i cavi delle linee di alimentazione e delle linee segnali e misure, devono essere posati all'interno di tubi rigidi in materiale plastico autoestinguente, serie pesante, a base di PVC. I tubi sono installati a vista e fissati mediante collari dello stesso materiale. I raccordi di collegamento con le scatole di derivazione, devono avere grado di protezione minimo IP44.

Il diametro dei tubi deve tenere conto del fattore di riempimento massimo (diametro interno 1,3 volte il diametro circoscritto del fascio dei cavi installato) e non deve essere inferiore a 25mm.

Nei cavidotti interrati, tra la camera di manovra ed il manufatto quadri elettrici saranno posati tubi in materiale plastico di tipo pesante, con diametro interno pari a 1,8 volte il diametro circoscritto del fascio dei cavi installato.

### 6.5.3 Scatole di derivazione

All'interno di ogni camera di manovra è prevista la posa di una scatola di derivazione da parete in materiale plastico, con grado di protezione minimo IP56 e coperchio fissato con viti, completo di guarnizione. Dimensioni minime 300x220x120mm e comunque con spazio interno sufficiente a contenere le giunzioni dei cavi dei segnalatori di livello.

Pressacavi e raccordi devono garantire il medesimo grado di protezione IP.

## 6.6 Impianto di terra

Per ogni stazione di sollevamento deve essere realizzato l'impianto di messa a terra.

### **Dispersori**

L'impianto di terra sarà realizzato con n° 2 dispersori a picchetto L = 1,5 m con sezione a croce 50x50x5 mm.

### **Conduttore di terra**

Il conduttore di terra deve collegare i dispersori al collettore principale mediante corda in rame isolato avente sezione minima 16 mm<sup>2</sup>. Il tratto di conduttore interrato sarà posato ad una profondità di circa 1 metro, a lato dello scavo dei cavidotti e sarà costituito da corda in rame nudo sez. 35 mm<sup>2</sup> con filo elementare Ø 1,8 mm.

### **Collettore principale di terra**

Il collettore principale di terra sarà fissato alla parete del manufatto e sarà costituito da una barra di rame, alla quale dovranno essere collegati i conduttori di protezione, i conduttori equipotenziali principali ed il conduttore di terra. Tutti i cavi di terra attestati nel nodo equipotenziale dovranno essere individuabili con apposite targhette indelebili.

### **Conduttore di protezione**

Il conduttore di protezione serve a collegare a terra le masse dell'impianto elettrico; se fa parte della stessa conduttura di alimentazione deve avere sezione almeno uguale a quella dei conduttori di fase (fino a 16 mm<sup>2</sup>). Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa conduttura di alimentazione, la sua sezione deve essere, almeno uguale a:

- 2,5 mm<sup>2</sup> se è prevista una protezione meccanica;
- 4 mm<sup>2</sup> se non è prevista una protezione meccanica.

Prima della fine dei lavori, l'installatore dovrà eseguire la misura della resistenza di terra e dell'anello di guasto, mediante strumento certificato.

Per garantire la protezione dai contatti indiretti, il valore della resistenza di terra deve essere inferiore al risultato della seguente relazione:

$$R_E \leq U / I_{dn}$$

dove:

$R_E$  = resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse

$U$  = 25 V per i contatti in condizioni particolari; 50 V per i contatti in condizioni ordinarie

$I_{dn}$  = corrente differenziale nominale d'intervento del dispositivo di protezione.

Gli interruttori generali potranno avere  $I_{dn}$  non superiore a 1 A, perciò:

$$R_E = U / I_{dn} = 50(V) / 1(A) = 50 \Omega$$

La resistenza di terra dovrà essere inferiore a 50  $\Omega$ .

## **7 Verifiche in corso d'opera e finali**

La Direzione Lavori può richiedere verifiche in corso d'opera finalizzate anche alla connessione degli impianti alla rete pubblica.

In particolare l'Azienda Appaltatrice deve essere in grado di fornire il supporto di strumenti, mezzi, tecnici e manodopera per le seguenti verifiche in corso d'opera:

- Misura della resistenza di terra;
- Prove di continuità del PE e dei collegamenti equipotenziali;
- Misure di isolamento delle linee;
- Prova di scatto degli interruttori differenziali;
- Prove funzionali.

Le verifiche richieste dalle Norme e dalle disposizioni di Legge possono essere delegate dall'impresa installatrice ad altri (ad esempio a professionisti attrezzati e specializzati), ma la responsabilità dell'esito positivo delle verifiche all'atto del rilascio della dichiarazione di conformità resta totalmente a carico all'impresa installatrice stessa.

A fine lavori l'Azienda Appaltatrice deve corredare la dichiarazione di conformità con il report delle misure effettuate per poter certificare la sicurezza dell'impianto.

Le verifiche devono essere conformi a quanto richiesto dalla norma CEI 64-8 parte 6.

## 8 Documentazione finale

Al termine dei lavori, e comunque prima dell'inizio dell'attività e previa effettuazione delle verifiche previste dalla normativa vigente, comprese quelle di funzionalità dell'impianto, l'Impresa esecutrice dei lavori deve rilasciare al Committente la dichiarazione di conformità degli impianti realizzati, nel rispetto dell'articolo 6 del Decreto n° 37 del 22/01/08.

Nella «Dichiarazione di conformità» l'installatore dichiara, fra l'altro, sotto la propria responsabilità, di avere "controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo, avendo eseguito le verifiche richieste dalle Norme CEI 64-8 e dalle disposizioni di Legge". La dichiarazione di conformità deve risultare completa di tutti gli allegati obbligatori e tutta quella documentazione finale (schemi, tavole planimetriche ecc. come costruito, manuali di funzionamento, garanzie etc.) che le normative vigenti richiedono a giustificazione dei lavori elettrici eseguiti:

- Certificato di iscrizione alla Camera di Commercio con l'indicazione del riconoscimento dei requisiti tecnico professionali;
- Elenco dei materiali e dei componenti di impianto, ognuno corredato di scheda tecnica;
- Elaborati As-Built sottoscritti per presa visione e conferma dalla Direzione Lavori e dall'eventuale Collaudatore;
- Manuale d'uso e manutenzione dell'impianto completo di programma degli interventi di manutenzione preventiva e riferimenti per gli eventuali pezzi di ricambio;
- Report delle verifiche iniziali e finali con i risultati delle misure e verifiche a vista effettuate.

La suddetta documentazione deve avere un grado di dettaglio non inferiore a quello deducibile dagli elaborati di progetto e deve essere fornita alla committente in triplice copia cartacea e singola copia su supporto informatico (.pdf - .dwg). Gli schemi elettrici su file di SPAC automazione.

## 9 Manutenzione dell'impianto elettrico

Al termine dei lavori, dovranno essere eseguite le misure ed i controlli del caso, stabiliti dalla norma CEI 64-8 Parte 6 "Verifiche" e dalla guida CEI – ISPEL 64-14.

Ad intervalli regolari, ad opera di personale specializzato e qualificato, si dovranno eseguire dei controlli sull'impianto per verificarne l'integrità dei componenti.

Nel caso di risultati negativi, si dovranno sostituire le parti danneggiate o non più rispondenti alle funzioni preposte.

A tale scopo si elencano gli interventi principali:

- Verifica dell'intervento degli interruttori differenziali tramite il pulsante "TEST" mensilmente e prova strumentale del funzionamento almeno in concomitanza della misura di terra.
- Verifica del valore di resistenza di terra ad intervalli inferiori a cinque anni.
- Verifica della continuità dei conduttori di equipotenzialità in concomitanza della misura della resistenza di terra.
- Ogni cinque anni, ripetere le misure strumentali effettuate prima della consegna degli impianti da parte dell'installatore.

Le modalità di esecuzione delle misure sono rilevabili dalla guida CEI 64-14.

Le prove dovranno essere riportate su un documento firmato dall'esecutore delle stesse, il quale se ne assume la responsabilità per quanto riguarda i risultati.

Sulla relazione oltre ai dati dell'esecutore ed i risultati delle prove, si dovranno riportare la marca, il tipo ed il numero di serie degli strumenti utilizzati per le singole verifiche.

## 10 Allegati

- GE1.1 - Planimetria impianto elettrico – SSF P1 Narro
- GE1.1 - Planimetria impianto elettrico – SSF P2 Indovero
- GE2.1 - Schemi elettrici – SSF P1 Narro
- GE2.2 - Schemi elettrici – SSF P2 Indovero
- TE2 - Computo metrico estimativo
- TE3 - Relazione tecnica di calcolo SSF – P1 – Narro
- TE4 – Relazione tecnica di calcolo SSF – P2 - Indovero