



Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)  
Missione 2 "Rivoluzione verde e transizione ecologica"  
Componente 4 "Tutela del territorio e della risorsa idrica"  
Investimento 4.4 "Investimenti in fognatura e depurazione"  
**Razionalizzazione funzionale sistema fognario**  
**Portigliola - Caprioli di Pisciotta e Camerota**  
**CUP: F32E21000120006**

## PROGETTO DI FATTIBILITÀ TECNICO-ECONOMICA

### A - ELABORATI DESCRITTIVI

#### A2 - Relazioni specialistiche

<u>COD. ELABORATO</u> <b>A2 03.1</b>	Impianto di sollevamento "MINGARDO" - Relazione tecnica opere elettromeccaniche
<u>ID FILE</u> A2.03.1 - Mingardo_OpereElettromeccaniche	
<u>SCALA</u> -	

RUP  
**ing. Giovanna Ferro**

Progettista  
**CNC Ingegneri S.r.l.**

Presidente del C.d.A.  
Consac Gestioni Idriche S.p.A.  
**avv. Gennaro Maione**

Direttore Generale  
Consac Gestioni Idriche S.p.A.  
**ing. Maurizio Desiderio**

Data  
Agosto 2024  
Revisione 2 - Emissione



Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Razionalizzazione funzionale sistema fognario Portigliola - Caprioli di Pisciotta e Camerota  
CUP: F32E21000120006

---

# **PROGETTAZIONE DEFINITIVA DEGLI IMPIANTI ELETTROMECCANICI A SERVIZIO DELLA STAZIONE DI SOLLEVAMENTO FOGNARIO “MINGARDO”**

*RELAZIONE TECNICA  
OPERE ELETTROMECCANICHE*

## SOMMARIO

1	PREMESSA .....	3
2	DATI IDENTIFICATIVI DELL'OPERA .....	3
3	NORME DI RIFERIMENTO .....	3
4	MATERIALI .....	5
4.1	PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI TERMICI ED IL PERICOLO DI INCENDIO .....	6
4.2	PROTEZIONE CONTRO L'INGRESSO DI CORPI SOLIDI ED ACQUA .....	8
5	VINCOLI DA RISPETTARE.....	8
6	CONDIZIONI AMBIENTALI.....	8
7	CLASSIFICAZIONE DEL SISTEMA ELETTRICO .....	9
8	OGGETTO DELL'INTERVENTO .....	9
9	CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI .....	10
10	PRESCRIZIONI GENERALI PER I QUADRI ELETTRICI BT.....	11
10.1	QUADRO GENERALE BT "QGEN" E QUADRO DI AVVIAMENTO.....	13
10.2	QUADRO DI AVVIAMENTO "QAVV" .....	14
11	CRITERIO DI SCELTA DELL'INFRASTRUTTURA DI DISTRIBUZIONE .....	14
11.1	PRESCRIZIONI GENERALI .....	14
11.2	TUBAZIONI PORTACAVI .....	14
11.3	SCELTA DELLE LINEE IN CAVO .....	17
12	CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO.....	18
12.1	CARATTERISTICHE DI INTERVENTO DEGLI INTERRUTTORI .....	19
12.2	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI .....	19
12.3	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI E IMPIANTO DI TERRA.....	19
12.4	LA PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI TERMICI .....	20

## 1 PREMESSA

La presente relazione ha lo scopo di illustrare il progetto degli impianti elettrici BT a servizio dell'impianto di sollevamento fognario della società Consac Gestioni Idriche Spa denominato "Mingardo" situato in località Mingardo nel comune di Marina di Camerota lungo la SR562.

Nella stessa si riporta una descrizione degli aspetti progettuali inerenti agli impianti elettrici da realizzare, con la rappresentazione dei criteri con cui è stata dimensionata la parte elettromeccanica e strumentale degli stessi.

Nelle scelte progettuali sono stati presi in considerazione i seguenti fattori:

- Frazionabilità di ogni sezione del sistema per ottenere una gestione flessibile, economica e di facile controllo;
- adattabilità degli impianti alle strutture del sollevamento fognario, soprattutto nell'ottica di garantire un'agevole accessibilità durante le operazioni di manutenzione e controllo;
- sicurezza degli impianti nei confronti degli utenti nelle condizioni di utilizzo;
- contenimento dei consumi energetici associati alla conduzione degli impianti.

Le quantità, i percorsi elettrici ed i dettagli installativi sono desumibili dagli elaborati grafici allegati al progetto.

I carichi elettrici complessivi delle utenze dell'esercizio sono stati preventivamente definiti e calcolati con l'ausilio del software specifico "Ampere 2024 della Soc. Electrographics".

I dati relativi agli assorbimenti e al conseguente dimensionamento dei circuiti sono riportati negli Schemi elettrici unifilari.

Gli impianti dovranno essere costituiti in conformità con quanto prescritto e dovranno essere consegnati ultimati, perfettamente funzionanti e collaudabili.

## 2 DATI IDENTIFICATIVI DELL'OPERA

- |                             |                             |
|-----------------------------|-----------------------------|
| • Sito:                     | Località Mingardo           |
| • Comune:                   | Marina di Camerota          |
| • Impianto:                 | Sollevamento Mingardo       |
| • Ente Gestore:             | Consac Gestioni Idriche Spa |
| • Destinazione d'uso:       | Sollevamento fognario       |
| • Potenza impegnata totale: | 60 kW                       |

## 3 NORME DI RIFERIMENTO

Gli impianti ed i componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte, conformemente alle prescrizioni della legge 1° marzo 1968, n. 186 (sono da considerare eseguiti a regola d'arte gli impianti realizzati sulla base delle norme del Comitato Elettrotecnico Italiano (CEI) art.2 legge citata), e al DM 37/08.

Le leggi contengono delle regole generali il cui rispetto è obbligatorio; inoltre, si esprime in esse la presunzione che il completo rispetto del loro dettato si consegua attraverso l'applicazione delle norme tecniche consensuali elaborate ed emanate dagli organismi nazionali, comunitari ed internazionali, a questo scopo istituiti.

Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché, dei loro componenti, dovranno essere corrispondenti alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione del progetto ed in particolare dovranno essere conformi alle seguenti Norme Tecniche:

- ❖ **CEI 0-2:2012** - "Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici";
- ❖ **CEI 20-21:2007** - "Calcolo delle portate dei cavi elettrici in regime permanente";
- ❖ **CEI 20-22: 2006** - "Prova d'incendio su cavi elettrici";
- ❖ **CEI 20-37:2002** - "Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio";
- ❖ **CEI 64-8:2016** - "Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1.000 V in corrente alternata e a 1.500 V in corrente continua";
- ❖ **UNI EN 12464-1:2011** - "Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 1: Posti di lavoro in interni";
- ❖ **CEI EN 50110-1:2014** - "Esercizi degli impianti elettrici Parte 1: Prescrizioni generali";
- ❖ **CEI EN 60027-1:2008** - "Simboli letterali da usare in elettrotecnica";
- ❖ **CEI EN 60423:2008** - "Tubi per installazioni elettriche";
- ❖ **CEI EN 60529:1997** - "Gradi di protezione degli involucri (Codice IP)";
- ❖ **CEI EN 60947-2:2018** - "Apparecchiature a bassa tensione Parte 2: interruttori automatici";
- ❖ **CEI EN 61439-1:2012** - "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali";
- ❖ **CEI EN 61439-2:2012** - "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza";
- ❖ **CEI EN 60332:2006** - "Prove sui cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio";
- ❖ **CEI EN 50525-2-72:2012** - "Cavi elettrici - Cavi energia con tensione nominale non superiore a 450/750 V ( $U_0/U$ )";
- ❖ **CEI IEC/TR 60890:2018** - "Modalità di verifica tramite calcolo della sovratemperatura per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT)".

Alla normativa tecnica sono affiancate le seguenti leggi:

- ❖ **D.P.R. 27/4/1955 N. 547** - "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- ❖ **Legge 01/03/1968 N. 186** - "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, materiale ed impianti elettrici ed elettronici";

- ❖ **D.lgs. 04/12/1992 n. 476** – “Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica, modificata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992;
- ❖ **D.lgs. 19/09/1994 N. 626** – “Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655, 90/269/CEE, 0/394/CEE e 90/697/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro”;
- ❖ **D.M. 22/01/2008 N. 37** – “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”;
- ❖ **D.lgs. 09/04/2008 N. 81** - “Testo unico in materia di salute e sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- ❖ **D.M. 13/07/2011** – “Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione a servizio di attività civili, industriali, agricole, artigianali, commerciali e di servizi.”;

Tutte le restanti norme inerenti all'argomento oggetto di questa relazione non espressamente citate.

#### 4 MATERIALI

I componenti elettrici ed in generale tutti i materiali impiegati dovranno essere scelti in modo adeguato alle caratteristiche ambientali. Per i materiali sottoposti ad unificazione si richiede la corrispondenza alle relative normative CEI-UNEL. Infine, i materiali sottoposti al regime del Marchio, dovranno recare il contrassegno (IMQ) rilasciato dall’Istituto Italiano del Marchio di Qualità, o gli equivalenti in caso di impiego di materiali di marca estera.

Nelle scelte dei materiali sono stati considerati i seguenti fattori:

- semplicità di funzionamento per ottenere una notevole affidabilità del sistema e dei suoi componenti;
- massima standardizzazione dei componenti per avere la garanzia di una futura facile reperibilità sia in caso di modifiche che di sostituzione in fase manutentiva o per invecchiamento;
- prodotti da primarie e note case costruttrici di livello almeno nazionale.

Inoltre, avranno caratteristiche e dimensioni rispondenti alle relative norme CEI, UNEL e alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, saranno corredati dalla necessaria documentazione di garanzia, istruzioni di montaggio ed avvertenze d'uso se esistenti per tali categorie di materiali.

I materiali forniti saranno nuovi di fabbrica, esenti da qualsiasi difetto qualitativo o di lavorazione, saranno idonei all’ambiente in cui verranno installati e tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive e termiche alle quali potranno essere esposti durante l’esercizio.

#### 4.1 PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI TERMICI ED IL PERICOLO DI INCENDIO

I componenti degli impianti elettrici non devono costituire pericolo di innesco e/o propagazione dell'incendio e le superfici esposte al contatto anche accidentale non devono raggiungere temperature pericolose per le persone.

Quando non esistono Norme specifiche più limitative non devono essere superati i valori indicati nelle tabelle di prova al filo incandescente per infiammabilità e incendiabilità riportate nelle Norme CEI EN 60695-2-1/O/1/2/3 e nella tabella della Norma CEI 50-11 indicata di seguito.

TIPO DI MATERIALE	GRADI CENTIGRADI (°C)
Contenitori e Canalizzazioni incassate sotto intonaco o in strutture incombustibili	550
Contenitori e Canalizzazioni a vista, placche di copertura e similari	650
Contenitore e canalizzazioni inserite in strutture combustibili o basi destinate a sostenere parti in tensione	850

**Tabella 5.1 Grado di resistenza al calore anormale ed al fuoco  
(Norma CEI 50-11, prova del filo incandescente)**

PARTI ACCESSIBILI	MATERIALI DELLE PARTI ACCESSIBILI	TEMPERATURA MASSIMA (°C)
Organo di comando	Metallico	55
	Non metallico	65
Parti previste per essere toccate durante il funzionamento ordinario, ma che non necessitano di essere impugnate	Metallico	70
	Non metallico	80
Parti che non necessitano di essere toccate durante il funzionamento ordinario	Metallico	80
	Non metallico	90

**Tabella 5.2 Limiti di temperatura di funzionamento ordinario per le parti accessibili dei componenti elettrici  
(Norma CEI 64-8/4)**

## Razionalizzazione funzionale sistema fognario Portigliola - Caprioli di Pisciotta e Camerota

CUP: F32E21000120006

2a cifra: <b>GRADO DI PROTEZIONE CONTRO L'INGRESSO DI LIQUIDI</b>	Protetto contro la prolungata immersione in acqua (oltre 1 mt di profondità) IPx8							IP68
	Protetto contro Brevi immersioni (fino a 1 mt di profondità) IPx7							IP67
	Protetto contro forti getti d'acqua da qualsiasi direzione e acqua di mare IPx6							IP66
	Protetto contro getti d'acqua pompati da qualsiasi direzione IPx5							IP65
	Protetto contro spruzzi d'acqua da qualsiasi direzione IPx4							IP64
	Protetto contro Acqua spruzzata con un angolo entro $\pm 60^\circ$ IPx3		IP13	IP23	IP33	IP43		
	Protetto contro acqua gocciolante con un angolo entro $\pm 15^\circ$ IPx2	IP02	IP12	IP22	IP32	IP42		
	Protetto contro acqua gocciolante IPx1	IP01	IP11	IP21	IP31	IP41		
	Non protetto IPx0	IP00	IP10	IP20	IP30	IP40		
	1a cifra: <b>GRADO DI PROTEZIONE CONTRO L'INGRESSO DI OGGETTI SOLIDI</b>	Non protetto IPx0	Protetto contro l'ingresso di oggetti solidi piú grandi di 50 mm (es. una mano) IPx1	Protetto contro l'ingresso di oggetti solidi piú grandi di 12 mm (es. un dito) IPx2	Protetto contro l'ingresso di oggetti solidi piú grandi di 2,5 mm (es. filigrana) IPx3	Protetto contro l'ingresso di oggetti solidi piú grandi di 1 mm (es. filigrana) IPx4	Protezione contro la polvere tale da non interferire con il funzionamento del dispositivo. Depressione atmosferica 200mm colonna d'acqua. Flusso d'aria pari a 80 volte il volume della custodia IPx5	Completamente ermetico a polveri e fumi IPx6



## 4.2 PROTEZIONE CONTRO L'INGRESSO DI CORPI SOLIDI ED ACQUA

Le parti attive degli apparecchi e del materiale elettrico di installazione devono essere racchiuse in involucri adatti a proteggerle dalle azioni nocive che l'ambiente può esercitare.

In particolare, sono prescritti i seguenti gradi di protezione minimi:

- IP 30 per componenti installati in ambienti ordinari a finitura civile, chiusi, riscaldati e secchi (uffici, atri, scale, etc.): fanno eccezione le prese di corrente che possono avere grado IP 20 a spina disinserita ed i portalampade Edison che possono avere grado IP 10 a lampada tolta;
- IP 32 per componenti installati in ambienti umidi, coperti, caratterizzati da presenza di stillicidio da condensa (sotto portici, cantine etc.);
- IP 4X per componenti installati in ambienti a Maggior Rischio in Caso di Incendio;
- IP 44 per componenti esposti alle intemperie all'aperto e soggetti a particolare prescrizione;
- IP 45 per componenti installati in ambienti polverosi;
- IP 55 per componenti esposti ai getti d'acqua o installati in ambienti in cui si fa uso dell'acqua e/o di prodotti per pulire e sgrassare;
- IP 67 per componenti installati in luoghi soggetti ad allagamenti occasionali.

## 5 VINCOLI DA RISPETTARE

Per la realizzazione dell'impianto in oggetto non esistono particolari vincoli da rispettare posti dal committente o dalle autorità locali.

I riferimenti normativi che è opportuno richiamare, al di là del rispetto costante di tutte le Leggi ed altre Norme di cui l'installatore si avvarrà, sono i seguenti:

- Norma CEI 64-8/1 e CEI 64-8/7 - per gli impianti utilizzatori a tensioni non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c.

## 6 CONDIZIONI AMBIENTALI

Gli impianti sono da realizzare prevalentemente all'aperto, il luogo oggetto dell'intervento non presenta particolari condizioni di rischio incendio e di esplosione.

In merito al rischio dovuto alle sovratensioni da fulminazione, trattandosi di impianto adibito a servizio pubblico, per evitare che il rischio R2 (perdita di servizio pubblico) possa superare il limite ammissibile, all'interno del nuovo quadro generale BT sarà prevista l'installazione di uno scaricatore di sovratensione SPD con livello di protezione  $U_p < 1,5$  kV, corrente nominale di scarica  $I_n \geq 25$  kA e corrente di impulso  $I_{imp} \geq 12,5$  kA al fine di proteggere le apparecchiature sensibili presenti nell'impianto.

## 7 CLASSIFICAZIONE DEL SISTEMA ELETTRICO

La fornitura di energia elettrica dell'intero impianto è di tipo trifase con neutro (3F+N) in bassa tensione; le masse degli utilizzatori sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello a cui è connesso il punto di alimentazione, trattasi pertanto di un sistema TT.

## 8 OGGETTO DELL'INTERVENTO

Le lavorazioni consistono nella realizzazione degli impianti elettrici BT a servizio del sollevamento fognatizio denominato Mingardo.

L'impianto di sollevamento Mingardo, previsto con una pompa più una di riserva nella fase transitoria di progetto, con disposizione di un'ulteriore pompa nella fase "a regime", è dimensionato per un numero di abitanti equivalenti pari a 4000 (considerando, in cautela, per tutti una dotazione idrica di 200 l / ab · g), con recapito in fognatura di aliquota dell'80%.

È prevista la realizzazione ex-novo dei quadri elettrici di potenza e ausiliari, fino alla fornitura in opera delle singole apparecchiature e utilizzatori fissi occorrenti per la funzionalità dell'impianto e la strumentazione e sensoristica di campo.

Sono inoltre esclusi dal progetto gli impianti elettrici a bordo macchina e gli utilizzatori mobili.

Per la scelta delle elettropompe degli impianti di sollevamento si è fatto riferimento alla necessità di garantire le portate massime considerando le seguenti caratteristiche del fluido:

- Densità del liquido convogliato: 999 kg/m<sup>3</sup>;
- viscosità cinetica: 1,569 x 10<sup>-6</sup> m<sup>2</sup>/s;
- pressione del vapore: 0,7892 kPa;
- unità di misura: secondo il SI (Sistema Internazionale);
- accelerazione di gravità: 9.81 m/s<sup>2</sup>;
- fluido convogliato: acque reflue urbane.

Di seguito si riportano i valori di portata e prevalenza di progetto della stazione di sollevamento:

Impianto di sollevamento "Mingardo"

**Q<sub>tot</sub> = 7,41 l/s H<sub>tot</sub> = 22,22 m**

Tutti gli interventi di cui sopra dovranno essere eseguiti secondo le norme espressamente indicate nel capitolo 3 ed in conformità alle disposizioni del DM 37/08 e nello specifico prevedono:

- installazione di un nuovo quadro generale BT.
- installazione di nuovo quadro di avviamento ad inverter asservito all'avviamento delle elettropompe;
- installazione di una sezione di automazione e telecontrollo nel quadro di avviamento;
- installazione di tre elettropompe, non oggetto di fornitura ma recuperate da un altro impianto esistente, in formazione 2+1R per il sollevamento delle acque reflue recapitate all'impianto;

- installazione di nuove condutture elettriche di connessione in bassa tensione;
- nuovo impianto di messa a terra;
- fornitura e posa in opera di materiali accessori e quant'altro necessario per far sì che i lavori siano eseguiti a REGOLA D'ARTE secondo la norma della BUONA TECNICA (Legge 186 del 01/03/1968) ed in conformità del Decreto Legislativo 9 aprile 2008 n. 81 ed al D.M. dello sviluppo economico del 22 gennaio 2008 n.37.

In definitiva, considerando anche i servizi ausiliari dell'impianto di sollevamento e la futura installazione di una terza elettropompa, la potenza contrattuale sarà di circa 20 kW.

## 9 CRITERI DI DIMENSIONAMENTO DEGLI IMPIANTI

Il dimensionamento degli impianti elettrici viene effettuato in considerazione della Norma CEI 64/8 ed in riferimento ai seguenti aspetti:

- regime termico e sovracorrenti;
- caduta di tensione alla temperatura di servizio;
- energia specifica passante;
- coordinamento contro i contatti indiretti.

In pratica dovranno sempre essere rispettati i seguenti parametri:

$$\mathbf{A:} \quad I_b \leq I_n \leq I_z; \quad I_f \leq 1.45 \cdot I_z$$

dove:

$I_b$  = corrente d'impiego;

$I_z$  = portata cavo (TAB UNEL35012-70);

$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione;

$I_f$  = corrente convenzionale di funzionamento, che per gli interruttori automatici magnetotermici è sempre inferiore o uguale a 1,45  $I_n$ .

$$\mathbf{B:} \quad \Delta V\% = I_b \cdot L \cdot (R \cos\phi + X \sin\phi) \leq \Delta V P\%$$

dove:

$\Delta V\%$  = caduta di tensione in percentuale

$I_b$  = corrente d'impiego

$L$  = lunghezza cavo;

$R$  = resistenza al metro del conduttore (rif. TAB UNEL3502370);

$X$  = reattanza al metro del conduttore (rif. TAB UNEL3502370);

$\phi$  = angolo di sfasamento tra la corrente  $I_b$  e la tensione di fase;

$\Delta V P\%$  = valore di progetto fissato per la singola tratta pari all'1% allo scopo di contenere la c.d.t. per l'intera catena di alimentazione al valore del 4%;

$$\mathbf{C:} \quad I^2 t \leq K^2 S^2$$

dove:  $I^2 t$  = energia specifica passante per la durata del corto circuito;

$K^2 S^2$  = energia che può essere assorbita dal cavo sotto forma di calore senza che lo stesso subisca danni.

Per questo tipo di verifica vengono prese a riferimento la  $I_{ccmin}$ , ovvero la corrente presunta di corto circuito minima nel punto terminale della linea e la  $I_{ccmax}$ , cioè la corrente presunta di corto circuito immediatamente a valle dell'interruttore di protezione a monte del circuito.

La  $I_{ccmax}$  viene calcolata secondo la norma CEI 64-8, partendo da un valore di corrente di corto circuito presunto a valle dei trasformatori MT/BT (nel caso di impianto con fornitura in M.T. e nel punto di fornitura (nel caso di impianto alimentato in bassa tensione).

Contestualmente anche per la  $I_{ccmin}$  viene effettuato il calcolo secondo la norma CEI 64-8.

Successivamente viene verificata la condizione  $I^2t \leq K^2S^2$  utilizzando delle curve caratteristiche a seconda del tipo di interruttori previsti; precisamente viene verificato che i valori della  $I_{ccmin}$  non ricadano nel campo delle correnti critiche per l'interruttore di protezione a monte del circuito e che la  $I_{ccmax}$  sia inferiore al potere di interruzione dell'interruttore stesso.

#### **D: Coordinamento contro i contatti indiretti**

I dispositivi di differenziali, coordinati con l'impianto di terra, assicurano la protezione contro i contatti indiretti, interrompendo l'alimentazione in caso di guasto prima che possano insorgere situazioni di pericolo.

## **10 PRESCRIZIONI GENERALI PER I QUADRI ELETTRICI BT**

I quadri elettrici dovranno essere realizzati secondo le prescrizioni delle norme CEI EN 61439-1/2 e dovranno avere un costruttore che ne dichiari la conformità.

L'accesso alle parti interne dovrà tener conto della sicurezza delle persone e della possibilità che le stesse possano venire accidentalmente a contatto con parti sotto tensione.

I quadri elettrici dovranno essere dotati di porta apribile con chiave o attrezzo.

Dovranno inoltre essere effettuate le necessarie verifiche di progetto ed individuali e certificarne la conformità alla Norma CEI EN 61439-1/2.

*La verifica di progetto* è prevista per verificare la conformità del progetto di un quadro o di un sistema di quadri con le prescrizioni di questa serie di Norme.

Se le prove sul quadro sono state effettuate in accordo con la serie IEC 60439, ed i risultati di prova soddisfano le prescrizioni della relativa parte della IEC 61439, la verifica di tali prescrizioni non richiede di essere ripetuta.

Non è richiesta la ripetizione delle verifiche secondo le Norme di prodotto dei dispositivi di manovra o dei componenti incorporati nel quadro che sono stati scelti in accordo con il punto 8.5.3 della Norma CEI EN 61439-1/2 e installati secondo le istruzioni del costruttore. Le prove sui dispositivi individuali secondo le loro rispettive Norme di prodotto non sono un'alternativa alle verifiche di progetto della suddetta Norma per i quadri. Quando sono effettuate modifiche ad un quadro verificato secondo progetto, l'art. 10 della CEI EN 61439-1/2 deve essere utilizzato per controllare se queste modifiche influenzano la prestazione del quadro. Si devono effettuare nuove verifiche se è probabile una conseguenza negativa. I diversi metodi comprendono:

- la verifica mediante prove;
- la verifica mediante confronto con il progetto di riferimento provato;
- la verifica mediante valutazione, cioè la conferma della corretta applicazione dei calcoli e delle regole di progetto, compreso l'utilizzo di appropriati margini di sicurezza.

Se esistono più metodi per la stessa verifica, essi sono considerati equivalenti e la scelta di quello più appropriato ricade sotto la responsabilità del costruttore originale. Le prove devono essere effettuate su un campione rappresentativo di un quadro pulito e nuovo. La prestazione del quadro può essere compromessa dalle prove di verifica (es. prova di cortocircuito). Queste prove non dovrebbero essere eseguite su un quadro che è destinato ad essere messo in servizio. Un quadro che è stato verificato in accordo con la suddetta Norma dal costruttore originale ed è stato realizzato o assemblato da un altro costruttore non richiede la ripetizione delle verifiche originarie di progetto se tutte le prescrizioni e le istruzioni specificate e fornite dal costruttore originale sono state pienamente soddisfatte. Se il costruttore del quadro apporta delle modifiche secondo delle proprie disposizioni che non sono comprese nelle verifiche fatte dal costruttore originale, il costruttore del quadro, per quanto riguarda queste disposizioni, diventa il costruttore originale.

La verifica di progetto deve comprendere quanto segue:

a) Costruzione:

- Robustezza dei materiali e delle parti del QUADRO;
- Grado di protezione degli involucri;
- Distanze d'isolamento in aria e superficiali;
- Protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione;
- Installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti;
- Circuiti elettrici interni e collegamenti;
- Terminali per conduttori esterni.

b) Prestazione:

- Proprietà dielettriche;
- Sovratemperatura;
- Capacità di tenuta al cortocircuito;
- Compatibilità elettromagnetica;
- Funzionamento meccanico.

*La verifica individuale* ha lo scopo di individuare i difetti nei materiali e nella fabbricazione e di accertare il corretto funzionamento del quadro assemblato. Essa è eseguita su ogni quadro. Il costruttore del quadro deve stabilire se la verifica individuale è effettuata durante e/o dopo l'assemblaggio. Se del caso, la verifica individuale deve confermare che la verifica di progetto sia documentata. Non è richiesto eseguire la verifica individuale sugli apparecchi e sui componenti individuali installati nel quadro quando questi sono stati scelti in accordo con il punto 8.5.3 della CEI EN 61439-1/2 e installati in accordo con le istruzioni del costruttore dell'apparecchio.

La verifica deve comprendere le seguenti categorie:

- grado di protezione dell'involucro;
- distanze di isolamento in aria e superficiali;

- protezione contro la scossa elettrica ed integrità dei circuiti di protezione;
- installazione degli apparecchi di manovra e dei componenti;
- circuiti elettrici interni e collegamenti;
- terminali per conduttori esterni;
- funzionamento meccanico.
- proprietà dielettriche;
- cablaggio, prestazioni in condizioni operative e funzionalità

Tutti i calcoli di dimensionamento dei circuiti e delle protezioni interne ai quadri saranno eseguiti anche con l'ausilio del software "AMPERE Professional Electrographics".

Il dimensionamento dei nuovi circuiti elettrici oggetto degli interventi verrà effettuato verificando che, in caso di guasto su un quadro di zona, non intervenga un interruttore della catena distributiva interessata posto a monte, garantendo così la continuità di servizio.

I circuiti e le relative protezioni sono stati opportunamente dimensionati tramite l'ausilio del software "AMPERE Professional Electrographics" come riportato negli schemi elettrici unifilari.

#### **10.1 QUADRO GENERALE BT "QGEN" E QUADRO DI AVVIAMENTO**

Il quadro elettrico Generale di Bassa Tensione denominato "QGEN" sarà installato all'interno di un locale dedicato ai soli quadri elettrici nei pressi dell'ingresso dell'impianto su di un basamento in calcestruzzo di altezza 10 cm..

Sarà equipaggiato con un interruttore generale magnetotermico da 125 A curva C con protezione differenziale di classe B.

Il quadro sarà realizzato in armadio per posa a pavimento con carpenteria in vetroresina avente grado di protezione IP65 e dimensioni minime utili al contenimento delle apparecchiature da installare.

Detto quadro sarà alimentato in bassa tensione direttamente dal contatore dell'Ente Distributore mediante cavi unipolari a doppio isolamento con designazione FG16OR16 in formazione 3x50+1x25 posati in cavidotti interrati a doppia parete.

Il quadro elettrico dovrà essere realizzato secondo le prescrizioni delle norme CEI EN 61439-1/2 ed il costruttore ne dovrà dichiarare la conformità. Lo stesso sarà dotato di targa identificatrice dove dovrà essere riportato in maniera indelebile il nome del costruttore, il tipo e il numero progressivo di costruzione, la data di costruzione, la norma di riferimento ed eventualmente la corrente nominale ( $I_n$ ), la tensione nominale (V) e il valore della corrente nominale ammissibile di breve durata ( $I_{cw}$ ) o la corrente di cortocircuito condizionata ( $I_{cc}$ ).

Sia i circuiti di potenza che quelli ausiliari dovranno essere del tipo flessibile in rame con sezione minima di 1,5 mm<sup>2</sup> e dimensionati per una tensione di isolamento 0,6/1kV. Ciascun conduttore sarà identificato ad entrambi i capi dalle diciture riportate negli schemi funzionali e di cablaggio.

Nel punto in cui è installato il quadro si ha una corrente di corto circuito ( $I_{cp}$ ) pari a 15 kA; pertanto, sarà necessario che il quadro sia dimensionato per un valore della corrente di breve durata ( $I_{cw}$ ) o della corrente di corto circuito condizionata ( $I_{cc}$ ) almeno uguale al valore della corrente di corto circuito:  $I_{cw}$  o  $I_{cc} \geq I_{cp}$ .

## 10.2 QUADRO DI AVVIAMENTO "QAVV"

Il quadro di avviamento delle tre elettropompe da 25 kW sarà installato in accostamento al quadro generale BT anch'esso su apposito basamento in calcestruzzo.

Detto quadro conterrà al suo interno i modulatori di frequenza (inverter) da deputati all'avviamento delle elettropompe. Gli inverter moduleranno i giri dei motori agendo sulle frequenze e sulle tensioni di lavoro. Questa funzione consentirà di avviare le elettropompe con rampe selezionabili, ciò permetterà di limitare le sollecitazioni sui componenti elettrici e sulle tubazioni rendendo minime le problematiche legate al colpo d'ariete. La funzione di ottimizzazione del pompaggio impedisce inoltre alla pompa di lavorare in zone di curva non ottimali, questo garantirà la massima efficienza idraulica ed elettrica del sistema.

Ogni avviamento sarà equipaggiato con un interruttore magnetotermico da 63 A e protezione differenziale di tipo B.

Il quadro sarà composto principalmente da due sezioni:

- Sezione avviamenti
- Sezione ausiliari dedicata al comando e al controllo delle elettropompe e degli strumenti in campo (galleggianti e misuratori di livello).

Il quadro elettrico dovrà essere realizzato secondo le prescrizioni delle norme CEI EN 61439-1/2 ed il costruttore ne dovrà dichiarare la conformità. Lo stesso sarà dotato di targa identificatrice dove dovrà essere riportato in maniera indelebile il nome del costruttore, il tipo e il numero progressivo di costruzione, la data di costruzione, la norma di riferimento ed eventualmente la corrente nominale ( $I_n$ ), la tensione nominale (V) e il valore della corrente nominale ammissibile di breve durata ( $I_{cw}$ ) o la corrente di cortocircuito condizionata ( $I_{cc}$ ).

Sia i circuiti di potenza che quelli ausiliari dovranno essere del tipo flessibile in rame con sezione minima di 1,5 mm<sup>2</sup> e dimensionati per una tensione di isolamento 0,6/1kV. Ciascun conduttore sarà identificato ad entrambi i capi dalle diciture riportate negli schemi funzionali e di cablaggio.

## 11 CRITERIO DI SCELTA DELL'INFRASTRUTTURA DI DISTRIBUZIONE

### 11.1 PRESCRIZIONI GENERALI

Tutti i conduttori devono essere posati entro tubazioni e devono quindi risultare sempre sfilabili. Non è ammessa la posa di conduttori di circuiti e sistemi differenti nella stessa tubazione e scatola, a meno che questi non abbiano lo stesso livello di isolamento di quelli sottoposti alla tensione più alta.

I cavi unipolari del medesimo circuito devono essere installati tutti nello stesso tubo o canale metallico per evitare riscaldamenti dovuti a correnti indotte.

### 11.2 TUBAZIONI PORTACAVI

Le condutture dovranno essere scelte in base a criteri di idoneità relativi all'impiantistica elettrica da realizzare, alla resistenza meccanica ed alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa che l'esercizio.

Tutte le nuove condutture dovranno essere realizzate con tubazioni o con canali portacavi. La posa in comune di cavi di segnale e di energia in uno stesso tubo protettivo o in un canale privo di setti separatori è ammessa se si utilizzano cavi di segnale isolati per la tensione nominale dei cavi di energia. Ad esempio, nel caso di tensione di alimentazione a 400 V, se per i circuiti di segnale vengano utilizzati cavi isolati a tensione 300/500 V (U0/U) o a maggior ragione cavi normalizzati (secondo CEI-UNEL 36762) con tensione di isolamento verso terra di 400 V (U0), essi potranno essere posati insieme, nella stessa canalizzazione, con i cavi di potenza.

È preferibile, se possibile, mantenere la separazione tra cavi di energia e di segnale, ad esempio dotando i canali di setti separatori o utilizzando tubazioni protettive dedicate.

Nell'installazione delle condutture dovranno sempre essere rispettate le seguenti raccomandazioni:

#### Tubazioni

- Nelle pareti, eventuali tubazioni sottotraccia dovranno avere percorso orizzontale o verticale, sono cioè vietati percorsi obliqui, i quali saranno ammessi unicamente solo nei casi in cui sia intuitivo il percorso dei tubi;
- sulle pareti di tramezzatura le scanalature dovranno possibilmente essere previste solo su una faccia;
- non si dovranno effettuare scanalature orizzontali superiori al 60% della lunghezza della parete;
- le tubazioni dovranno seguire per quanto possibile un andamento parallelo agli assi delle strutture o delle opere civili, evitando percorsi diagonali e accavallamenti;
- il diametro dei tubi, mai inferiore a 20 mm, dovrà essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del fascio dei conduttori contenuti;
- il raggio di curvatura dovrà essere adeguato al fine di non danneggiare i cavi durante l'infilaggio e comunque almeno tre volte il diametro esterno del tubo;
- per le tubazioni non sono ammesse derivazioni a "T";
- dovrà sempre essere garantita un'agevole sfilabilità dei conduttori;
- il numero massimo di tubazioni parallele sullo stesso percorso dovrà essere pari a 3, negli altri casi dovrà essere utilizzata una canalizzazione porta cavi;
- le tubazioni a vista dovranno essere installate previa l'impiego di appositi supporti o collari realizzati in materiale plastico o metallico, rispettivamente per le tubazioni in PVC e per quelle in metallo; tali collari dovranno essere fissati, con opportuni sistemi di ancoraggio, ad intervalli di lunghezza  $\leq 60\text{cm}$ ;
- le tubazioni dovranno essere posate a filo interno delle cassette;
- i raccordi tubo-cassetta dovranno essere realizzati tramite imbocchi filettati e/o pressatubi.

#### Canalizzazioni

- in caso di particolari condizioni ambientali, tali da comportare un eccessivo accumulo di polveri sui cavi, le canalizzazioni a vista dovranno essere munite di coperchi di chiusura in grado di garantire almeno un grado di protezione IP2X;



- le canalizzazioni che contengono cavi isolati a tensioni diverse (es. circuiti elettrici e circuiti dati), dovranno essere munite di appositi setti divisorii;
- la sezione occupata dai cavi di energia non dovrà superare il 50% della sezione delle canalizzazioni stesse.
- Lo spazio utilizzabile all'interno del canale dovrà tenere conto della quantità concordata di eventuali cavi supplementari da installare.
- L'altezza del fascio di cavi deve essere inferiore alle pareti laterali del canale.

Per la corretta posa in opera delle canalizzazioni dovranno essere previsti tutti gli accessori quali derivazioni, curve, giunzioni, staffe di montaggio ecc., necessari per effettuare la distribuzione elettrica alle varie utenze. Nella posa in opera delle canalizzazioni portacavi dovrà essere evitata la presenza di parti taglienti che possano compromettere l'isolamento dei cavi posati all'interno; pertanto, i tagli dovranno essere realizzati senza sbavature, ne bordi taglienti.

#### Tubazioni in pvc

Dovranno essere impiegate tubazioni rigide e/o flessibili in PVC autoestinguente serie pesante, conformi alla norma CEI 23-80 (CEI EN 61386-1), con grado di protezione pari ad IP 65.

Il collegamento tra tubazioni e scatole o cassette di derivazione dovrà avvenire per mezzo di accessori che garantiscano il grado di protezione richiesto.

#### Derivazioni, giunzioni e scatole di derivazione

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti del tipo a vite, protetti con mantello isolante. Di norma le scatole o cassette dovranno essere impiegate ad ogni brusca derivazione del percorso delle tubazioni, ogni due curve, ogni 15 mt nei tratti rettilinei, all'ingresso di ogni locale alimentato ed in corrispondenza di ogni allacciamento. Le cassette devono essere costruite in modo tale che nelle condizioni ordinarie di posa non sia possibile introdurre corpi estranei e risulti agevole la dispersione di calore in esse prodotto. L'infilaggio dei conduttori dovrà essere effettuato con cura onde evitare il danneggiamento degli stessi. Le cassette o scatole di derivazione dovranno essere di tipo stagno, con grado di protezione pari ad IP65, realizzate in PVC rigido o in metallo, tutte chiuse, autoestinguenti, complete di coperchio fissato per mezzo di viti isolanti imperdibili. I coperchi delle cassette devono essere saldamente fissati ed essere apribili solo con attrezzo (CEI 64-8/4 art.412.2.3). La grandezza delle cassette dovrà essere determinata sulla base del numero e diametro dei tubi che alle stesse si attestano. Le cassette dovranno inoltre essere scelte e/o dimensionate in maniera tale che le giunzioni, connessioni e/o derivazioni non occupino più del 50% del volume interno delle stesse. I raccordi con le tubazioni dovranno essere eseguiti tramite imbrocchi filettati e pressatubi. All'interno delle cassette raccolta segnali, l'Impresa dovrà fornire apposite morsettiere di collegamento, realizzate mediante la posa in opera su barra DIN, di morsetti passanti completi dei relativi accessori come: piastrina terminale, cartellino nominativo, blocchetto terminale, diaframma, ecc. I conduttori saranno posti ordinatamente nelle cassette lasciando un minimo di ricchezza, completi di appositi segnalari e terminali preisolati, numerati in base allo schema elettrico di appartenenza.

### 11.3 SCELTA DELLE LINEE IN CAVO

I cavi impiegati dovranno essere contrassegnati dal Marchio Italiano di Qualità e dovranno rispettare i colori distintivi dei conduttori secondo le tabelle CEI-UNEL che prevedono che tutti i conduttori utilizzati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle seguenti colorazioni:

- ✓ conduttore di protezione: bicolore giallo-verde
- ✓ conduttore neutro: blu
- ✓ conduttore di fase: nero, grigio, marrone

Nelle cassette di derivazione e nei quadri i conduttori dovranno essere identificati da terminali in materiale plastico colorato e da fascette numerate per contraddistinguere i vari circuiti e la funzione di ogni conduttore.

#### Cavi per energia

Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio con conduttori flessibili

Fanno parte di questa categoria i seguenti cavi:

- a) Cavi per energia isolati con polivinilcloruro (PVC), con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondenti al Regolamento Prodotti da Costruzione, ovvero cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili/conduttori rigidi Tensione nominale: U0 /U: 450/750 V, conformi alla unificazione UNEL 35716/ 35718 (2017), designati attraverso la sigla:

Cavo FS17 1xS

Per i cavi flessibili unipolari, isolati in PVC, usati per posa fissa, entro canalizzazioni chiuse in qualsiasi tipo di ambiente, il raggio minimo di curvatura non sarà inferiore a 4 volte il diametro esterno e lo sforzo di trazione non supererà i 5 Kg/mm<sup>2</sup>, riferiti al conduttore di minor sezione. La temperatura caratteristica di funzionamento sarà di 70 °C.

Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica con qualità G16 non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi

Fanno parte di questa categoria i seguenti cavi:

- b) Cavo multipolare per energia isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), conformi alla unificazione CEI UNEL 35318-35320-35322 (anno 2017), designati attraverso la sigla:

Cavo FG16OR16-0,6/1kV nxS

Trattasi di cavi sia per interno, in ambienti anche bagnati, che per esterno, in posa fissa su muratura e strutture metalliche, per i quali è ammessa la posa interrata. Il raggio minimo di curvatura non deve essere inferiore a sei volte il diametro esterno. Lo sforzo di trazione non deve superare 50N per millimetro quadrato di sezione del rame.

### Cavo schermato per alimentazione da inverter

Cavo multipolare adatto per il trasporto di energia e alla trasmissione di segnali e comandi dove è richiesto un certo grado di protezione contro le interferenze elettromagnetiche, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), conforme alla unificazione CEI UNEL 35318-35320-35322 (anno 2017), designato attraverso la sigla:

Cavo FG16OH2R16-0,6/1kV nxS

Trattasi di cavi sia per interno, in ambienti anche bagnati, che per esterno, in posa fissa su muratura e strutture metalliche, per i quali è ammessa la posa interrata. Il raggio minimo di curvatura non deve essere inferiore a sei volte il diametro esterno. Lo sforzo di trazione non deve superare 50 N per millimetro quadrato di sezione del rame.

### Cavi per segnalazioni schermati

Cavo multipolare adatto per il trasporto di energia e alla trasmissione di segnali e comandi dove è richiesto un certo grado di protezione contro le interferenze elettromagnetiche, isolato in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G16, sotto guaina di PVC, con particolari caratteristiche di reazione al fuoco e rispondente al Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR), conforme alla unificazione CEI UNEL 35318-35320-35322 (anno 2017), designato attraverso la sigla:

Cavo FG16OH2R16-0,6/1kV nxS

Trattasi di cavi sia per interno, in ambienti anche bagnati, che per esterno, in posa fissa su muratura e strutture metalliche, per i quali è ammessa la posa interrata. Il raggio minimo di curvatura non deve essere inferiore a sei volte il diametro esterno. Lo sforzo di trazione non deve superare 50 N per millimetro quadrato di sezione del rame.

### Cavi per conduttori PE

Per i conduttori di protezione "PE" degli apparecchi utilizzatori quali prese, corpi illuminanti, ecc., si utilizzano cordine unipolari FS17 di colore giallo-verde e di sezione pari a quella del conduttore di fase del circuito di riferimento. Per i conduttori equipotenziali quali masse estranee, tubazioni idriche, ecc., si prevede l'impiego di cordine unipolari FS17 di sezione 16 mm<sup>2</sup> e colore giallo-verde per i collegamenti principali (EQP) e di sezione minima di 6 mm<sup>2</sup> per i collegamenti secondari (EQS). Per determinare le sezioni specifiche dei conduttori fare riferimento allo schema del quadro elettrico.

## **12 CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO ELETTRICO**

La protezione degli impianti contro eventuali sovracorrenti e contro i contatti diretti ed indiretti sarà assicurata da un interruttore automatico con protezione di tipo differenziale, magnetica e termica, installato all'interno del quadro di distribuzione.

### 12.1 CARATTERISTICHE DI INTERVENTO DEGLI INTERRUTTORI

I dispositivi di protezione contro i cortocircuiti saranno previsti all'inizio di ogni linea generale e secondaria e avranno potere di interruzione adeguato alla corrente di cortocircuito supposta nel loro punto di installazione. Tutti gli interruttori automatici previsti sulle linee terminali avranno caratteristica di protezione tipo "C" ( $I_m = 10 \times I_n$ ). Diversamente, sulle linee a protezione dei motori elettrici le regolazioni delle soglie termiche di intervento saranno demandate agli avviatori (inverter) a cui i motori stessi sono asserviti.

### 12.2 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Tutte le parti attive dell'impianto elettrico saranno ricoperte con un isolamento che potrà essere rimosso solo mediante distruzione. L'isolamento delle parti attive dell'impianto soggette a manutenzione ordinaria o straordinaria potrà essere rimosso con appositi strumenti soltanto da personale specializzato.

Le guaine metalliche, i conduttori concentrici, gli schermi metallici e le armature, se rispondenti alle prescrizioni delle norme relative, sono mezzi di protezione sufficienti contro i contatti diretti, purché siano soddisfatte tutte le seguenti condizioni:

- il rivestimento sia sottoposto sotto una guaina non metallica;
- sia assicurata la continuità longitudinale del rivestimento metallico per tutto il percorso del cavo;
- il rivestimento metallico sia messo a terra.

Gli involucri metallici delle tubazioni o canalizzazioni, purché aventi un grado di protezione non inferiore a IP3X e rispondenti a quanto espresso in precedenza sono considerati mezzi di protezioni sufficienti contro i contatti diretti.

### 12.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI E IMPIANTO DI TERRA

I dispositivi di differenziali, coordinati con l'impianto di terra, assicurano la protezione contro i contatti indiretti, interrompendo l'alimentazione in caso di guasto prima che possano insorgere situazioni di pericolo. Le parti metalliche accessibili (masse estranee), le carcasse degli apparecchi utilizzatori normalmente non in tensione, che potrebbero trovarsi sotto tensione per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, saranno collegate all'impianto di terra.

Tutti gli apparecchi utilizzatori, per i quali è prevista la protezione contro le tensioni di contatto mediante collegamento a terra, dovranno essere muniti di contatto di terra, connesso al conduttore di protezione.

Poiché il circuito in esame è del tipo TT la norma CEI 64/8 fa riferimento a una corrente  $I_a$  del dispositivo di protezione e quindi, assumendo come tensione di contatto a vuoto massima il valore della tensione di contatto limite convenzionale UL, la condizione da soddisfare è la seguente:

$$R_A \times I_a \leq UL$$

Sostituendo a UL i valori indicati nella curva di sicurezza, per gli impianti utilizzatori a c. a. con tensione nominale fino a 1000 V la relazione precedente diventa:

$$R_A \times I_a \leq 50$$

Nelle relazioni i simboli hanno il seguente significato:

$R_A$  è la resistenza totale di terra tra la massa ed il punto convenzionale a potenziale zero;

$I_a$  è la corrente che provoca il funzionamento del dispositivo di protezione.

In particolare, la  $I_a$  rappresenta:

- la corrente differenziale nominale per dispositivi differenziali;
- la corrente che provoca l'intervento automatico entro 5 s per i dispositivi con caratteristica d'intervento a tempo inverso;
- la corrente minima che provoca lo scatto istantaneo per dispositivi con caratteristica di funzionamento a scatto istantaneo.

La scelta normativa di indicare il tempo d'intervento di 5 s per i dispositivi a tempo inverso è determinata dalla necessità di limitare il tempo di permanenza della tensione di contatto. Le relazioni precedenti sono fondamentali per il coordinamento della protezione del sistema TT: il complesso delle protezioni, costituito dall'impianto di terra e dal dispositivo d'interruzione, è efficace solo quando assicura il permanere di una tensione di contatto a vuoto non superiore a quella di contatto limite convenzionale.

Nel caso dell'impianto oggetto della presente relazione la corrente differenziale più elevata risulta pari a 0,5 A. Quindi la relazione diventa:

$$R_A \leq 50 / I_a = 50 / 1 = 50 \text{ Ohm}$$

A completamento dei lavori dovrà essere effettuata la misura della resistenza di terra mediante idonea strumentazione, successivamente i valori rilevati dovranno essere indicati negli allegati obbligatori al certificato di conformità come espressamente richiesto dal D.M. n. 37/08, per verificare la condizione di cui sopra indicata.

#### 12.4 LA PROTEZIONE CONTRO GLI EFFETTI TERMICI

È realizzata verificando che tutti i componenti dell'impianto elettrico, in condizione di funzionamento ordinario, non assumano temperature superficiali pericolose o comunque tali da provocare ustioni o l'incendio di materiali infiammabili, per effetto di cedimento di isolanti, di cortocircuiti o in genere di funzionamenti anomali. Nel caso in esame la protezione contro gli effetti termici è garantita dalla regolazione delle protezioni poste a monte dei vari circuiti elettrici, che opportunamente tarate (in caso di impiego di dispositivi a soglie di intervento regolabili) o determinate all'origine (in caso di impiego di dispositivi a soglie di intervento fisse) assicurano una corretta protezione dei cavi, mantenendo costante la loro temperatura, proteggendoli in caso di sovraccarichi.