

**Comune di Cortenuova**  
**PROVINCIA DI BERGAMO**



24050 CORTENUOVA (BG) - Piazza Aldo Moro, 2  
Telefono: 0363 992444 - Fax: 0363 909064  
PEC: comune.cortenuova@pec.regione.lombardia.it



TITOLO DELL'OPERA

**NUOVO VOLUME DA DESTINARE A  
MICRONIDO  
POLO DELL'INFANZIA 0-6 ANNI  
PIAZZA ALDO MORO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

COMMITTENTE:  
COMUNE DI CORTENUOVA (BG)  
Piazza Aldo Moro, 2  
Telefono: 0363 992444 - Fax: 0363 909064  
PEC: comune.cortenuova@pec.regione.lombardia.it

PROGETTISTA

PLANE0 srl



*sede legale*  
Via Galileo Galilei, 5  
20124 - Milano (MI)  
*sede operativa*  
Via Mazzini, 59  
25080 - Mazzano (BS)  
Tel. 347 9637231  
Direttore Tecnico: arch. Francesca Ravelli  
email: francesca@planeo.it

**IMPIANTO ELETTRICO**

TITOLO ELABORATO

**IE-RT - RELAZIONE TECNICA IMPIANTI ELETTRICI**

SCALA

----

DATA

**Dicembre 2018**

REV3					
REV2					
REV1					
REV0					
REV.	DATA	DESCRIZIONE DELLA REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

## INDICE

<b>MODIFICA QUADRO GENERALE.....</b>	<b>3</b>
<b>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE GENERALE.....</b>	<b>3</b>
<b>IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA.....</b>	<b>4</b>
<b>IMPIANTO DI MESSA A TERRA .....</b>	<b>4</b>
<b>COMMITTENTE.....</b>	<b>5</b>
<b>INSTALLATORE.....</b>	<b>5</b>
<b>CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>5</b>
<b>DESCRIZIONE DEI LUOGHI DELL'INSTALLAZIONE .....</b>	<b>5</b>
AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO .....	6
<b>PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE .....</b>	<b>13</b>
PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI .....	13
PROTEZIONE CONTRO I CORTO CIRCUITI.....	13
<b>PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....</b>	<b>14</b>
PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI CON INTERRUZIONE AUTOMATICA (SENZA CABINA MT/BT) .....	15
<b>QUADRI DI BASSA TENSIONE.....</b>	<b>16</b>
<i>Sbarre e connessioni</i> .....	16
<i>Messa a terra</i> .....	16
<i>Apparecchiature principali</i> .....	16
<i>Modalità esecutive dei quadri</i> .....	18
<i>Circuiti ausiliari</i> .....	19
<i>Materiali isolanti</i> .....	20
<i>Targhe</i> .....	20
<i>Accessori</i> .....	21
<b>CAVI .....</b>	<b>21</b>
<i>Normativa di riferimento</i> .....	21
<i>Tipi di cavi e conduttori</i> .....	24
<i>Cavi non propaganti la fiamma</i> .....	25
<b>CANALIZZAZIONI.....</b>	<b>25</b>
<i>Tubi protettivi per cavi elettrici</i> .....	25
<b>CASSETTE DI DERIVAZIONE E SCATOLE .....</b>	<b>27</b>
<b>APPARECCHI DI COMANDO, PRESE, PUNTI LUCE .....</b>	<b>28</b>
<i>Apparecchi di comando</i> .....	28
<i>Prese</i> .....	28
<i>Punti luce</i> .....	29
<b>APPARECCHI ILLUMINANTI .....</b>	<b>29</b>
<i>Generalità</i> .....	29
<i>Apparecchiature accessorie</i> .....	30
<b>IMPIANTI DI PROTEZIONE.....</b>	<b>30</b>
<i>Collegamenti equipotenziali</i> .....	30
<b>VERIFICHE PROVE E COLLAUDI .....</b>	<b>31</b>
<b>QUALITÀ DEI MATERIALI E LUOGHI DI INSTALLAZIONE .....</b>	<b>31</b>

## **GENERALITÀ**

L'intervento di seguito esposto riguarda la progettazione degli impianti elettrici da installare a servizio dell'ampliamento di una scuola primaria, sita in Piazza Aldo Moro nel comune di Cortenuova (BG), per conto dell'amministrazione comunale di Cortenuova.

Per la realizzazione degli impianti elettrici in questione saranno applicate le disposizioni normative specificate nella norma di riferimento, CEI 64/8 – fasc.7.

## **MODIFICA QUADRO GENERALE**

Il quadro elettrico generale è esistente, al suo interno saranno installate le apparecchiature necessarie per la protezione e sezionamento delle nuove linee a servizio delle utenze della nuova zona ampliamento.

## **DERIVAZIONI LUCE E FORZA MOTRICE**

Le derivazioni dalla dorsale di alimentazione principale presenteranno un grado di protezione adeguato all'ambiente nel quale saranno installati.

Le derivazioni dalla dorsale elettrica principale saranno realizzate con scatole e tubazioni in materiale plastico del tipo pesante, che termineranno nelle scatole portafrutto incassate, all'interno delle quali saranno installati i componenti dell'impianto elettrico; punti comando, punti prese, suonerie e simili, completi supporto in resina, frutto e placca frontale di copertura. I punti luce saranno anch'essi realizzati con tubazione in materiale plastico incassata a parete, derivata dalla più vicina scatola di derivazione. L'installazione presenterà un grado di protezione non inferiore a IP20.

I conduttori potranno essere in rame elettrolitico unipolari con isolamento in PVC tipo FS17 o multipolari con isolamento in PVC tipo FROR o N1VV-K. Le sezioni minime delle derivazioni alle singole utilizzazioni dovranno essere:

- 1,5 mmq per i punti luce.
- 1,5 mmq per le prese 2x10 A+T.
- 2,5 mmq per le prese 2x16 A+T.

I conduttori utilizzati per la realizzazione delle dorsali saranno di sezione non inferiore alle disposizioni della norma CEI 64-8/5. La caduta di tensione, del circuito di potenza, fra il punto di consegna e l'utilizzatore o il punto presa più distanti non dovrà essere superiore al 4% della tensione nominale.

Tutte le giunzioni saranno effettuate con serraggio meccanico in morsetti di idonea sezione, isolati e finiti con nastro adesivo e realizzate solamente all'interno dei quadri o delle scatole di derivazione.

Tutti gli impianti sia in esecuzione da esterno che incassati a parete saranno suddivisi; saranno predisposti in vari punti dell'immobile scatole di derivazione ad uso esclusivo.

## **IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE GENERALE**

L'impianto di illuminazione generale sarà realizzaco con corpi illuminanti con lampade a led. Le tipologie e i modelli dei corpi illuminanti sono indicati sugli elebotari grafici allegati.

## **IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA**

L'impianto di illuminazione di sicurezza sarà realizzato per assicurare al mancare della fornitura principale di energia, l'illuminamento minimo necessario a porre in evidenza i passaggi ed i percorsi per raggiungere le uscite.

L'illuminazione di sicurezza sarà realizzata con apparecchi per lampade led lineari di emergenza di tipo autonomo, predisposte per una autonomia di servizio non inferiore a 1 ora, realizzata con batterie al Ni-Cd; questi corpi illuminati saranno realizzati in materiale plastico autoestinguente in classe II, complete di sistema automatico di controllo e ricarica delle batterie e presenteranno un grado di protezione non inferiore a IP40.

## **IMPIANTO DI MESSA A TERRA**

L'impianto di dispersione sarà costituito da dispersori verticali con sezione a croce, direttamente interrati, di dimensioni 50x50x5 mm, lunghezza 1,5 m, collegate alla morsettiera del quadro elettrico generale. A tale impianto (se possibile) sarà collegato l'impianto di messa a terra esistente a servizio del fabbricato in cui è inserita l'attività in oggetto.

Il collegamento fra l'impianto di protezione e l'impianto di dispersione sarà realizzato con conduttore in rame isolato della sezione almeno pari a quella del più piccolo conduttore di protezione connesso al nodo collettore di terra; esso sarà posato in tubazione in materiale plastico interrata ad alta resistenza allo schiacciamento.

La resistenza dell'impianto di dispersione di terra sarà coordinata con i sistemi di protezione contro i contatti indiretti precedentemente citati.

All'interno dell'immobile verranno adottate le seguenti prescrizioni:

- messa a terra del polo centrale delle prese, tutte le masse in genere quali dei corpi illuminanti, delle carcasse dei quadri elettrici;
- realizzazione di apposito collegamento equipotenziale principale su tutte le masse estranee entranti nell'edificio (es. tubazioni di adduzione acqua, gas, se presente, tubazioni di scarico se realizzate in materiale metallico), in accordo con le norme CEI 64-8;

## **CARATTERISTICHE GENERALI IMPIANTO ELETTRICO IN PROGETTO**

### **COMMITTENTE**

Ditta : Amministrazione comune di Cortenuova  
Indirizzo : piazza Aldo Moro n.2 - Cortenuova (BG)  
Telefono : - - -

### **INSTALLATORE**

Ditta : - - -  
Indirizzo : - - -  
Telefono : - - -

### **CARATTERISTICHE ELETTRICHE DELL'IMPIANTO**

Alimentazione : da rete ENEL  
Tensione di prelievo : 380+N V  
Tensione di distribuzione : 380+N V / 220+N V  
Sistema impianto : TT  
Categoria impianto : I<sup>a</sup> categoria

### **DESCRIZIONE DEI LUOGHI DELL'INSTALLAZIONE**

L'attività è inserita al piano terra di un fabbricato ad uso scuola; la struttura è costituita in parte da una struttura in muratura tradizionali in mattoni forati rivestiti di intonaco normale e in parte da una struttura in calcestruzzo. La destinazione d'uso dei singoli locali è rilevabile dagli elaborati grafici allegati.

## **AMBIENTI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO**

### **Campo di applicazione**

Le prescrizioni della presente sezione si applicano agli ambienti che presentano in caso d'incendio un rischio maggiore di quello che presentano gli ambienti ordinari. Esse sono integrative delle prescrizioni contenute nei precedenti capitoli ed hanno il fine di ridurre al minimo anche in questi ambienti la probabilità che l'impianto elettrico sia causa d'innescò e di propagazione di incendi.

Per i requisiti degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di esplosivi o sostanze infiammabili in qualunque stato fisico e per i luoghi con pericolo di incendio per la presenza di polveri combustibili, si rimanda alle Norme CEI specifiche del CT 31.

### **Generalità**

Il rischio relativo all'incendio dipende dalla probabilità che esso si verifichi e dall'entità del danno conseguente per le persone, per gli animali e per le cose.

L'individuazione degli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio dipende da una molteplicità di parametri quali per esempio:

- densità di affollamento;
- massimo affollamento ipotizzabile;
- capacità di deflusso o di sfollamento;
- entità del danno ad animali e/o cose;
- comportamento al fuoco delle strutture e dei materiali impiegati nei componenti dell'edificio;
- presenza di materiali combustibili;
- tipo di utilizzazione dell'ambiente;
- situazione organizzativa per quanto riguarda la protezione antincendio (adeguati mezzi di segnalazione ed estinzione incendi, piano di emergenza e sfollamento, addestramento del personale, distanza del più vicino distaccamento del Corpo Nazionale dei Vigili del Fuoco, esistenza di Vigili del Fuoco aziendali, ecc. Tali parametri devono essere opportunamente esaminati nel più vasto ambito della valutazione dei rischi e della prevenzione incendi, a monte del progetto elettrico (D.Lgs 626/94 e D.M. 10-03-1998).

In generale, in assenza di valutazioni eseguite nel rispetto di quanto indicato, gli ambienti dove si svolgono le attività elencate nel D.M. 16-02-1982, i cui progetti sono soggetti all'esame e parere preventivo dei comandi provinciali dei vigili del fuoco ed il cui esercizio è soggetto a visita e controllo ai fini del rilascio del "Certificato di prevenzione incendi", sono considerati ambienti a maggior rischio in caso di incendio. In generale, gli ambienti dove non si svolgono le attività elencate nel D.M. 16-02-1982, non sono ambienti a maggior rischio in caso di incendio; tuttavia essi possono essere ambienti a maggior rischio in caso di incendio se si verificano le condizioni di cui sopra, ad esempio luoghi soggetti a specifiche prescrizioni dei VV.F.

### **Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose**

Rientrano in questo caso ad esempio gli ospedali, le carceri, i locali sotterranei frequentati dal pubblico.

**Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio in quanto aventi strutture portanti combustibili** Rientrano in questi ambienti gli edifici costruiti interamente in legno senza particolari requisiti antincendio, come ad esempio le baite.

**Ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di detti materiali**

Nei successivi articoli sono elencati i criteri che devono essere seguiti per l'individuazione degli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di detti materiali.

**Criteri di esecuzione degli impianti elettrici negli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio**

Ai fini della protezione contro l'incendio, gli impianti elettrici devono essere conformi alle prescrizioni integrative che seguono. Quando in un ambiente sussistono le condizioni per ricadere in più di un gruppo di ambienti tra quelli elencati in precedenza, le prescrizioni integrative seguenti per gli impianti elettrici si sommano.

**Prescrizioni comuni di protezione contro l'incendio per i componenti elettrici escluse le condutture**

Le seguenti misure vanno adottate in tutti i gruppi di ambienti considerati, tenendo conto delle indicazioni di cui in seguito.

I componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti stessi, fatta eccezione per le condutture, le quali possono anche transitare.

Nel sistema di vie d'uscita non devono essere installati componenti elettrici contenenti fluidi infiammabili.

I condensatori ausiliari incorporati in apparecchi non sono soggetti a questa prescrizione.

Negli ambienti nei quali è consentito l'accesso e la presenza del pubblico, i dispositivi di manovra, controllo e protezione, fatta eccezione per quelli destinati a facilitare l'evacuazione, devono essere posti in luogo a disposizione esclusiva del personale addetto o posti entro involucri apribili con chiave o attrezzo.

Tutti i componenti elettrici devono rispettare le prescrizioni contenute nella Sezione 422 della norma CEI 64-8 sia in funzionamento ordinario dell'impianto sia in situazione di guasto dell'impianto stesso, tenuto conto dei dispositivi di protezione.

Questo può essere ottenuto mediante un'adeguata costruzione dei componenti dell'impianto o mediante misure di protezione addizionali da prendere durante l'installazione.

Inoltre, ai componenti elettrici applicati in vista (a parete o a soffitto) per i quali non esistono le relative norme CEI di prodotto, si applicano i criteri di prova e i limiti di cui alla Sezione 422, Commenti, assumendo per la prova al filo incandescente 650 °C anziché 550 °C.

Gli apparecchi d'illuminazione devono essere mantenuti ad adeguata distanza dagli oggetti illuminati, se questi ultimi sono combustibili. Salvo diversamente indicato dal costruttore, per i faretti e i piccoli proiettori tale distanza deve essere almeno:

- 0,5 m: fino a 100 W;
- 0,8 m: da 100 a 300 W;
- 1 m: da 300 a 500 W

*Nota Gli apparecchi d'illuminazione con lampade che, in caso di rottura, possono proiettare materiale incandescente, quali ad esempio le lampade ad alogeni e ad alogenuri, devono essere del tipo con schermo di sicurezza per la lampada e installati secondo le istruzioni del costruttore.*

Le lampade e altre parti componenti degli apparecchi d'illuminazione devono essere protette contro le prevedibili sollecitazioni meccaniche. Tali mezzi di protezione non devono essere fissati sui portalampade a meno che essi non siano parte integrante dell'apparecchio d'illuminazione.

I dispositivi di limitazione della temperatura in accordo con il capitolo 42 della norma CEI 64-8 devono essere provvisti di ripristino solo manuale.

Gli involucri di apparecchi elettrotermici, quali riscaldatori, resistori, ecc., non devono raggiungere temperature più elevate di quelle relative agli apparecchi d'illuminazione. Questi apparecchi devono essere per costruzione o installazione realizzati in modo da impedire qualsiasi accumulo di materiale che possa influenzare negativamente la dissipazione del calore.

### **Prescrizioni comuni di protezione contro l'incendio per le condutture**

Le seguenti misure vanno adottate in tutti i gruppi di ambienti considerati, tenendo conto delle indicazioni di cui a successivi articoli.

Generalmente i fattori che causano incendi nelle condutture elettriche sono: cortocircuiti, riscaldamenti, contatti elettrici e coinvolgimento delle condutture stesse in incendi; pertanto, esse devono essere realizzate in modo da non essere né causa d'innescò né causa di propagazione di incendi indipendentemente dai fattori elettrici e/o fisici che li hanno causati. Per il raggiungimento degli scopi sopra prefissati, le condutture devono essere realizzate e protette come indicato nei punti seguenti.

Le condutture che attraversano questi luoghi, ma che non sono destinate all'alimentazione elettrica al loro interno, non devono avere connessioni lungo il percorso all'interno di questi luoghi a meno che le connessioni siano poste in involucri che soddisfino la prova contro il fuoco (come definita nelle relative norme di prodotto), per esempio soddisfino le prescrizioni per scatole da parete in accordo con la Norma IEC 60670.

È vietato l'uso dei conduttori PEN (schema TN-C); la prescrizione non è valida per le condutture che transitano soltanto.

Le condutture elettriche che attraversano le vie d'uscita di sicurezza non devono costituire ostacolo al deflusso delle persone e preferibilmente non essere a portata di mano; comunque, se a portata di mano, devono essere poste entro involucri o dietro barriere che non creino intralci al deflusso e che costituiscano una buona protezione contro i danneggiamenti meccanici prevedibili durante l'evacuazione.



I conduttori dei circuiti in c.a. devono essere disposti in modo da evitare pericolosi riscaldamento delle parti metalliche adiacenti per effetto induttivo, particolarmente quando si usano cavi uni polari.

### **Tipi di condutture ammessi**

Le condutture (comprese quelle che transitano soltanto) devono essere realizzate in uno dei modi indicati qui di seguito in a), b), c):

#### **a)**

- a1) condutture di qualsiasi tipo incassate in strutture non combustibili;
- a2) condutture realizzate con cavi in tubi protettivi metallici o involucri metallici, entrambi con grado di protezione almeno IP4X.
- a3) condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione sprovvisti all'esterno di guaina non metallica.

#### **b)**

- b1) condutture realizzate con cavi multipolari muniti di conduttore di protezione concentrico, o di una guaina metallica, o di un'armatura, aventi caratteristiche tali da poter svolgere la funzione di conduttore di protezione;
- b2) condutture realizzate con cavi ad isolamento minerale aventi la guaina tubolare metallica continua senza saldatura con funzione di conduttore di protezione provvisti all'esterno di guaina non metallica;
- b3) condutture realizzate con cavi aventi schermi sulle singole anime o sull'insieme delle anime con caratteristiche tali da poter svolgere la funzione di conduttore di protezione.

#### **c)**

- c1) condutture diverse da quelle in a) e b), realizzate con cavi multi polari provvisti di conduttore di protezione;
- c2) condutture realizzate con cavi unipolari o multipolari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi metallici o involucri metallici, senza particolare grado di protezione; in questo caso la funzione di conduttore di protezione può essere svolta dai tubi o involucri stessi o da un conduttore (nudo o isolato) contenuto in ciascuno di essi (1);
- c3) condutture realizzate con cavi unipolari o multi polari sprovvisti di conduttore di protezione, contenuti in tubi protettivi o involucri, entrambi:
  - costruiti con materiali isolanti;
  - installati in vista (non incassati);
  - con grado di protezione almeno IP4X.

Per i suddetti involucri si devono applicare i criteri di prova (indicati nella Tabella riportata nel Commento alla Sezione 422 della presente norma), assumendo per la prova al filo incandescente 850 °C anziché 650 °C.

#### **NOTE:**

*1 L'utilizzo di un conduttore di protezione nudo contenuto in ciascun tubo o involucro rappresenta una cautela addizionale.*

*2 All'interno di strutture combustibili (pannelli in legno sandwich con coibente) è possibile installare cavi di cui in c) utilizzando tubi protettivi (comprese le guaine flessibili o pieghevoli) realizzati con materiali non propaganti la fiamma, all'interno di strutture combustibili solo se essi rispondono alle prescrizioni della Norma riguardante i tubi*

*protettivi (CEI EN 50086) e presentano un grado di protezione almeno IP4X. Si segnala che in questo caso, quanto indicato dalla nota 1, ove richiamata, deve essere considerato come un requisito obbligatorio.*

*Particolare attenzione deve essere inoltre riservata alla portata, tenendo conto al proposito di adeguati coefficienti di riduzione della stessa.*

c4) binari elettrificati e condotti sbarre con grado di protezione almeno IP4X.

### **Protezione delle condutture elettriche**

I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti devono essere installati all'origine dei circuiti; sia di quelli che attraversano i luoghi in esame, sia quelli che si originano nei luoghi stessi (anche per alimentare apparecchi utilizzatori contenuti nel luogo a maggior rischio in caso di incendio).

Per le condutture descritte al paragrafo precedente, i circuiti devono essere protetti, oltre che con le protezioni generali, in uno dei modi seguenti:

- a) nei sistemi TT e TN con dispositivo a corrente differenziale avente corrente nominale d'intervento non superiore a 300 mA anche ad intervento ritardato; quando i guasti resistivi possano innescare un incendio, per esempio per riscaldamento a soffitto con elementi a pellicola riscaldante, la corrente differenziale nominale deve essere  $I_{dn} = 30 \text{ mA}$ ;
- b) nei sistemi IT con dispositivo che rileva con continuità le correnti di dispersione verso terra e provoca l'apertura automatica del circuito quando si manifesta un decadimento d'isolamento; tuttavia, quando ciò non sia possibile, per es. per necessità di continuità di servizio, il dispositivo di cui sopra può azionare un allarme ottico ed acustico invece di provocare l'apertura del circuito; adeguate istruzioni devono essere date affinché, in caso di primo guasto, sia effettuata l'apertura manuale il più presto possibile. Sono escluse dalle prescrizioni a) e b) le condutture:
  - facenti parte di circuiti di sicurezza;
  - racchiuse in involucri con grado di protezione almeno IP4X, ad eccezione del tratto finale uscente dall'involucro per il necessario collegamento all'apparecchio utilizzatore.

### **Requisiti delle condutture per evitare la propagazione dell'incendio**

Per le condutture descritte al paragrafo *"tipi di condutture ammesse"*, di tipo b e c, la propagazione dell'incendio lungo le stesse deve essere evitata in uno dei modi indicati nei punti in a), b) c) seguenti:

- a) utilizzando cavi "non propaganti la fiamma" in conformità con la Norma CEI 20-35 (CEI EN 50265) quando:
  - sono installati individualmente o sono distanziati tra loro non meno di 250 mm nei tratti in cui seguono lo stesso percorso; oppure
  - i cavi sono installati individualmente in tubi protettivi o involucri con grado di protezione almeno IP4X;
- b) utilizzando cavi "non propaganti l'incendio" installati in fascio in conformità con la Norma CEI EN 50266 (CEI 20-22 cat. II e/o cat. III); peraltro, qualora essi siano installati in quantità tale da superare il volume unitario di materiale non metallico stabilito dalla Norma CEI EN 50266 per le prove, devono essere adottati provvedimenti integrativi

analoghi a quelli indicati in c);

c) adottando sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti come indicato nella Norma CEI 11-17.

Inoltre, devono essere previste barriere tagliafiamma in tutti gli attraversamenti di solai o pareti che delimitano il compartimento antincendio.

Le barriere tagliafiamma devono avere caratteristiche di resistenza al fuoco almeno pari a quelle richieste per gli elementi costruttivi del solaio o parete in cui sono installate.

**Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso di incendio o per l'elevato danno ad animali e cose**

Quando i cavi delle condutture descritte al paragrafo “*tipi di condutture ammesse*”, di tipo b e c sono raggruppati in quantità significative in rapporto con le altre sostanze combustibili presenti, nei riguardi dei fumi, dei gas tossici e dei gas corrosivi si devono adottare provvedimenti analoghi a quelli stabiliti per le altre sostanze combustibili dalle autorità competenti per il caso specifico.

*NOTA A questo proposito si segnalano adatti allo scopo i cavi tipo LSOH (cavi che, in caso di incendio, non emettono fumi opachi, gas tossici e corrosivi) rispondenti alle Norme di prova CEI EN 50266 (CEI 20-22), CEI EN 50267 e CEI EN 50268 (CEI20-37).*

**Prescrizioni aggiuntive per gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio in quanto aventi strutture portanti combustibili**

Quando sono montati su od entro strutture combustibili, i componenti dell'impianto, che nel loro funzionamento previsto possono produrre archi o scintille tali da far uscire dal microambiente interno agli apparecchi medesimi particelle incandescenti che possono innescare un incendio, devono essere racchiusi in custodie aventi grado di protezione IP4X almeno verso le strutture combustibili.

*NOTA: Interruttori luce e similari, prese a spina ad uso domestico e similare, interruttori automatici magnetotermici fino a 16A, potere di interruzione Icn 3000A, in generale non producono nel loro funzionamento previsto archi o scintille tali da far uscire dal microambiente interno agli apparecchi medesimi particelle incandescenti che possono innescare un incendio*

**Prescrizioni aggiuntive e criteri di applicazione per gli impianti elettrici degli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di detti materiali**

a) Tutti i componenti dell'impianto, ad esclusione delle condutture, per le quali si rimanda agli articoli precedenti, e inoltre gli apparecchi d'illuminazione ed i motori, devono essere posti entro involucri aventi grado di protezione non inferiore a IP4X e comunque conformi alle prescrizioni generali.

Il grado di protezione IP4X non si riferisce alle prese a spina per uso domestico e similare, ad interruttori luce e similari, interruttori automatici magnetotermici fino a 16 A potere di interruzione Icn 3000 A.

**NOTE:**

*1 In conformità alle Norme CEI relative agli apparecchi d'illuminazione, il grado di protezione IP non si applica nei confronti delle lampade*

*2 Per i motori il grado di protezione IP4X è riferito alle custodie delle morsettiere e dei collettori; il grado di protezione per le altre parti attive non scintillanti deve essere non inferiore a IP2X.*

- b) I componenti elettrici devono essere ubicati o protetti in modo da non essere soggetti allo stillicidio di eventuali combustibili liquidi.
- c) Quando si prevede che polvere, sufficiente a causare un rischio di incendio, si possa accumulare sugli involucri di componenti dell'impianto, devono essere presi adeguati provvedimenti per impedire che questi involucri raggiungano temperature eccessive. Per l'eventuale pericolo d'esplosione e il pericolo di incendio dello strato di polvere combustibile, vedere le relative Norme CEI della serie 31.
- d) I motori che sono comandati automaticamente o a distanza o che non sono sotto continua sorveglianza, devono essere protetti contro le temperature eccessive mediante un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi con ripristino manuale o mediante un equivalente dispositivo di protezione contro i sovraccarichi.  
I motori con avviamento stella-triangolo non provvisti di cambio automatico dalla connessione a stella alla connessione a triangolo devono essere protetti contro le temperature eccessive anche nella connessione a stella.
- e) Nei luoghi nei quali possono esserci rischi di incendio dovuti a polvere e/o a fibre, gli apparecchi d'illuminazione devono essere costruiti in modo che, in caso di guasto, sulla loro superficie si presenti solo una temperatura limitata e che polvere e/o fibre non possano accumularvisi in quantità pericolose, vedere la Norma CEI EN 60598-2-24 (CEI 34-88).
- f) Gli apparecchi di accumulo del calore devono essere del tipo che impedisca l'accensione, da parte del nucleo riscaldante, della polvere combustibile e/o delle fibre combustibili.

Per gli ambienti a maggior rischio in caso d'incendio per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in lavorazione, convogliamento, manipolazione o deposito di detti materiali le prescrizioni sopra descritte si applicano generalmente a tutto l'ambiente considerato; tuttavia, nei casi particolari nei quali il volume del materiale combustibile sia ben definito, prevedibile e controllato, la zona entro la quale gli impianti elettrici ed i relativi componenti devono avere i requisiti prescritti nella presente sezione può essere delimitata dalla distanza dal volume del materiale combustibile oltre la quale le temperature superficiali, gli archi e le scintille, che possono prodursi nel funzionamento ordinario e in situazione di guasto, non possono più innescare l'accensione del materiale combustibile stesso. In mancanza di elementi di valutazione delle caratteristiche del materiale infiammabile o combustibile e del comportamento in caso di guasto dei componenti elettrici, si devono assumere distanze non inferiori a:

- a) 1,5 m in orizzontale, in tutte le direzioni e comunque non oltre le pareti che delimitano il locale e relative aperture provviste di serramenti;
- b) 1,5 m in verticale, verso il basso e comunque non al di sotto del pavimento;
- c) 3 m in verticale, verso l'alto e comunque non al di sopra del soffitto.

Tuttavia, per le sole condutture installate in fascio, per le quali la propagazione dell'incendio è impedita dai requisiti dei cavi stessi, (assenza di sbarramenti, barriere e/o altri provvedimenti), si devono assumere distanze dal materiale combustibile non inferiori a 4 m nella direzione di provenienza della conduttura.

## PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE

I conduttori attivi degli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi pericolosi o da corto circuiti.

## PROTEZIONE CONTRO I SOVRACCARICHI

Tale protezione deve essere effettuata secondo le prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8. In particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_b < I_n < I_z \quad I_f < I_n = 1,45 I_z$$

dove:

$I_b$  = corrente di impiego della condotta

$I_z$  = portata della condotta

$I_n$  = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

$I_f$  = corrente di sicuro funzionamento del dispositivo di protezione.

## PROTEZIONE CONTRO I CORTO CIRCUITI

Tale protezione deve essere effettuata secondo le prescrizioni contenute nella Norma CEI 64-8. In generale la protezione viene effettuata installando dispositivi atti ad interrompere le correnti di corto circuito prima che tali correnti possano diventare pericolose per gli effetti termici e meccanici nei conduttori e nelle relative connessioni. I dispositivi di protezione devono rispondere a due requisiti fondamentali:

1) avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, a condizione che, a monte, vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione; in questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante, detta anche integrale di Joule ( $I^2 t$ ), lasciata passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo a valle e dalle condutture protette.

2) Intervenire in un tempo inferiore a quello che porterebbe la temperatura dei conduttori oltre al limite ammissibile. Questa condizione è normalmente verificata dalla formula:

$$I^2 t < I_n^2 S^2$$

dove:

$S$  = sezione dei conduttori in mmq.

$K$  = coefficiente il cui valore è riportato nella Norma CEI 64-8 e che varia al variare del tipo di cavo (è uguale a 115 per cavi in rame isolati in PVC, a 135 per cavi in rame isolati in gomma ordinaria ed a 146 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato).

$t$  = tempo di intervento della protezione in secondi.

$I$  = corrente di cortocircuito effettiva in Ampere.

L'impiego degli interruttori automatici magnetotermici, garantisce contemporaneamente un'efficace protezione sia contro i sovraccarichi sia contro i corto circuiti.

All'inizio di ogni impianto utilizzatore deve essere installato un interruttore generale onnipolare munito di adeguati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.

Detti dispositivi devono essere in grado di interrompere la massima corrente di corto circuito che può verificarsi nel punto in cui essi sono installati.

## **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

I sistemi di protezione contro i contatti indiretti possono essere di due tipi:

- 1) passivi
- 2) attivi.

Sono passivi quei sistemi che non prevedono l'interruzione del circuito; in particolare:

- il doppio isolamento
- la bassissima tensione di sicurezza
- i locali isolati
- la separazione dei circuiti.

La protezione attiva si attua mediante la messa a terra; tale protezione è richiesta dall'art. 271 del DPR 574/55 (attività con lavoratori dipendenti) e della legge 46 del 5/03/90 (costruzioni civili ed industriali) per tutte le parti metalliche degli impianti ad alta tensione soggette a contatto delle persone e che per difetto di isolamento o per altre cause potrebbero trovarsi sotto tensione. Ne consegue che per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere previsto, in sede di costruzione, un impianto di messa a terra (impianto di terra locale) che soddisfi i requisiti imposti dalla Norma CEI 64-8.

Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche di efficienza, comprende:

- il dispersore (o dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra;
- il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno e destinato a collegare i dispersori al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione parte dal collettore di terra ed arriva in ogni locale, deve essere collegato a tutte le prese e a tutte le masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili. È vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mmq.

Nei sistemi TT (cioè quando le masse degli utenti sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente dall'impianto di terra del sistema elettrico), il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;

- il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN-C, nei quali il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione;
- il conduttore equipotenziale, avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee (parti conduttrici, non facenti parte dell'impianto elettrico, suscettibili di introdurre il potenziale di terra).

Va inoltre precisato che all'impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati all'adduzione, distribuzione e scarico delle acque ed altri fluidi (ad esempio le tubazioni del gas), nonché tutte le masse accessibili esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore.

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili

dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori, normalmente non in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento principale o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione (masse).

## **PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI CON INTERRUZIONE AUTOMATICA (SENZA CABINA MT/BT)**

Impianti, senza propria cabina di trasformazione, alimentati da sistemi di I categoria. Il sistema TT e' universalmente impiegato in Italia dalla società di distribuzione per forniture dirette di bassa tensione.

Il centro della stella del secondario del trasformatore ed il conduttore di neutro sono direttamente collegati a terra in cabina, mentre le masse metalliche degli utenti sono collegate ad un altro impianto di terra elettricamente indipendente.

Un'eventuale corrente di guasto deve pertanto fluire e richiudersi attraverso il terreno, poiché il dispersore di terra in cabina e' separato da quello degli utenti.

Normalmente l'impianto locale di terra e' realizzato per ogni raggruppamento di impianti contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze.

A tale impianto di terra devono essere collegate tutte le tubazioni metalliche accessibili, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione (masse estranee) esistenti nell'aria dell'impianto elettrico utilizzatore.

I collegamento delle masse all'impianto di terra deve avvenire mediante un apposito conduttore di protezione denominato PE. Il conduttore di protezione deve essere separato dal conduttore di neutro.

Tutte le prese a spina per l'alimentazione degli apparecchi utilizzatori, devono essere munite di contatto di terra, connesso al conduttore di protezione.

Le protezioni devono essere coordinate in modo tale da assicurare la tempestiva interruzione del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi.

Per attuare la protezione mediante dispositivi di massima corrente a tempo inverso e per realizzare un corretto sistema di protezione contro i pericoli di folgorazione, le Norme relative agli impianti di bassa tensione, stabiliscono, per i sistemi TT, che sia verificata la seguente relazione:

$$R_t < 0 = 50/I_s$$

dove:

$R_t$  = resistenza di terra

$I_s$  = valore nominale della corrente di intervento del dispositivo di protezione.

Se l'impianto comprende più linee protette da dispositivi con correnti di intervento diverse, deve essere considerata la corrente di intervento più elevata.

Le normali protezioni di sovracorrente non sempre sono idonee ad eliminare rapidamente questo tipo di guasto perché l'intervento può essere provocato o dallo sganciatore termico dopo un certo intervallo di tempo, o dallo sganciatore magnetico, se il guasto evolve in un corto circuito tra le fasi.

Sono però possibili una gamma di guasti estremamente pericolosi per la sicurezza della persona ed in grado di provocare danneggiamenti all'impianto e principi d'incendio prima dell'eliminazione del guasto. Negli impianti con sistema di messa a terra TT la soluzione

più affidabile ed in certi casi l'unica attuabile, e' l'impiego degli interruttori differenziali che garantiscono un certo margine di sicurezza anche in presenza di variazioni, ed in particolare di aumenti, del valore della resistenza di terra durante la vita dell'impianto.

Le seguenti informazioni hanno il compito di fornire un chiarimento alle indicazioni riportate sul computo metrico estimativo e sui disegni di progetto. Tali chiarimenti dovranno essere rispettati dalla ditta installatrice in fase di realizzazione degli impianti elettrici oggetto del presente appalto.

## **QUADRI DI BASSA TENSIONE**

### **Sbarre e connessioni**

In tutti i quadri di bassa tensione in cui siano previste connessioni in sbarra, queste devono essere realizzate in piatto di rame elettrolitico ed essere dimensionate per le correnti nominali e di corto circuito prescritte.

Le sbarre devono essere ancorate e sostenute da morsetti, setti e/o supporti reggi sbarre in materiale isolante tali da assicurare la tenuta agli sforzi elettrodinamici conseguenti alle correnti di guasto dell'impianto.

Particolare cura deve essere posta nella realizzazione delle giunzioni, per ridurre la resistenza di contatto e contenere le conseguenti sovratemperature nel rispetto degli sforzi elettrodinamici previsti.

I cavi utilizzati all'interno dei quadri per le connessioni dei circuiti di potenza e dei circuiti ausiliari devono essere unipolari in rame, con isolamento di gomma non propagante l'incendio, tipo FS17.

Le sbarre e le connessioni principali e di derivazione devono sempre costituire un sistema trifase con neutro e conduttore di protezione separati.

La sequenza delle fasi deve essere, guardando il fronte del quadro, RSTN da sinistra a destra, dal fronte verso il retro e dall'alto verso il basso.

### **Messa a terra**

I quadri devono essere dotati di adatti morsetti aventi superficie di contatto adeguata alle correnti di guasto previste.

### **Apparecchiature principali**

Le apparecchiature montate all'interno dei quadri devono possedere caratteristiche tecniche adeguate a quelle delle utenze di alimentare ed ai livelli di corto circuito previsti.

#### **Interruttori automatici**

Gli interruttori automatici impiegati all'interno dei quadri di BT saranno di tipo modulare.

Gli interruttori devono essere in esecuzione bipolare, tripolare o tetrapolare in funzione del tipo di utenza, dei vincoli normativi e del sistema di neutro utilizzato.



Gli interruttori devono sempre essere dotati di dispositivi di protezione magnetotermici su tutte le fasi. Il conduttore di neutro deve essere interrotto e protetto in conformità alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

I dispositivi di protezione magnetotermica devono essere scelti in modo da proteggere le condutture e le apparecchiature poste a valle e rendere selettivo l'intervento tra gli interruttori posti a monte e quelli posti a valle.

Il potere di interruzione deve essere almeno pari alla corrente di corto circuito presunta nel punto di installazione, salvo i casi in cui sia accettata la protezione di sostegno, con i limiti imposti dalle norme CEI 64.8.

Tutti gli interruttori di uguale portata e pari caratteristiche devono essere tra loro intercambiabili.

#### Interruttori di tipo modulare

Con questa denominazione sono individuati gli interruttori automatici con modulo 17,5 mm rispondenti alle norme CEI 23-3, per usi domestici e similari.

Sono tipicamente impiegati nei quadri di distribuzione per portate uguali o inferiori ai 63A nei circuiti trifase e 32A in quelli monofase.

L'esecuzione deve essere adatta per montaggio su profilato DIN da 35 mm.

La curva di intervento magnetotermico deve avere caratteristica B o C, in funzione della lunghezza della linea da proteggere.

Gli interruttori di tipo modulare devono essere dotati di marchio IMQ.

#### Interruttori magnetotermici differenziali

Gli interruttori differenziali devono essere costituiti da un dispositivo ad intervento differenziale per guasto a terra e da un trasformatore toroidale entro cui devono essere fatti passare tutti i conduttori attivi del circuito da proteggere, accoppiato ad un interruttore automatico cui è demandata la protezione magnetotermica dell'utenza.

Le proiezioni differenziali devono risultare secondo i casi:

- protette contro gli scatti intempestivi.
- adatte per funzionamento con correnti alternate, pulsanti e con componenti continue.

Deve essere garantita la selettività di intervento differenziale tra gli interruttori posti a monte e quelli posti a valle: a tale scopo la protezione differenziale dell'interruttore a monte deve avere una corrente di intervento almeno doppia di quella dell'interruttore a valle e tempo di ritardo superiore al tempo totale di apertura del dispositivo a valle.

Devono essere previste proiezioni differenziali a media sensibilità con intervento di 300 mA; fanno eccezione le applicazioni per le quali sono prescritte dalle norme CEI 64-8 protezioni ad alta sensibilità, con intervento uguale o inferiore a 30 mA.

Le caratteristiche di protezione magnetotermica devono essere scelte come specificato

per gli interruttori automatici.

Oltre ai casi previsti dalle norme CEI applicabili e indicati sugli schemi di progetto, gli interruttori differenziali devono anche essere previsti in tutti i circuiti in cui la protezione contro i contatti indiretti non sia realizzata con le protezioni passive indicate dalle norme CEI 64-8.

Gli interruttori differenziali possono essere impiegati come protezione aggiuntiva contro i contatti diretti.

Nei quadri secondari possono essere utilizzati interruttori differenziali puri, senza protezione magnetotermica, a monte di gruppi di interruttori automatici relativi ad utenze omogenee; tali differenziali devono avere portata nominale non inferiore a 25A e devono risultare protetti dal dispositivo magnetotermico previsto a monte.

Tutti gli interruttori differenziali devono essere dotati di pulsante per la prova del circuito di scatto.

### **Modalità esecutive dei quadri**

I quadri in lamiera d'acciaio devono essere realizzati con intelaiatura, di profilato di acciaio dello spessore di 30/10 mm e pannelli in lamiera di acciaio ribordata dello spessore di 20/10 mm e comunque sufficientemente robusti di sostenere le apparecchiature e da resistere alle sollecitazioni cui sono sottoposti.

I quadri in materiale isolante sono di tipo autoestinguente, adatti al tipo di ambiente nel quale saranno installati e avranno robustezza meccanica proporzionata ai possibili danneggiamenti esterni previsti.

Particolare cura deve essere riservata nella chiusura delle feritoie per ingresso e uscita cavi che, a lavoro ultimato, devono essere chiuse per mantenere il grado di protezione prescritto per il quadro.

Sulle porte e sui pannelli apribili non vanno fissate apparecchiature.

Sul fronte dei quadri devono essere posti:

- pulsanti, selettori, borchie di segnalazione
- manovre per interruttori con blocco porta o dispositivo similare.

La siglatura deve avvenire nel seguente modo:

- su ogni apparecchiatura
- su ogni cavo di cablaggio
- sui morsetti delle linee in uscita ed ingresso dalle morsettiere
- sul pannello frontale in corrispondenza dei pulsanti, selettori, apparecchi di manovra, ecc..

Nel caso ci siano motori a doppia velocità, i comandi e le segnalazioni devono essere doppie e deve essere riportato anche il comando per la scelta delle velocità.

La posizione di pulsanti, selettori di comando, borchie, ecc., deve essere razionalmente studiata in base alla collocazione della relativa apparecchiatura controllata.

Si fa presente che l'azionamento delle macchine rotanti non deve avvenire con selettori o pulsanti passo-passo; sono ammessi solo pulsanti marcia-arresto.

Per ogni motore risultare le seguenti segnalazioni:

- luce rossa: macchina ferma
- luce verde: funzionamento
- giallo lampeggiante: termico scattato.

Tutte le apparecchiature vanno contrassegnate con targhette in plexiglas e dicitura incisa. Quelle sulla carpenteria sono fissate con viti.

Contattori, fusibili, trasformatori, ecc. devono essere fissati ai pannelli in lamiera con viti MA.

Vanno scelte sbarre di rame nude o corde isolate a seconda delle portate e delle necessità costruttive. In ogni caso i conduttori devono essere adeguatamente fissati alla struttura del quadro in modo che il loro peso non gravi sulle apparecchiature e possano sopportare le elevate sollecitazioni elettrodinamiche delle correnti di corto circuito.

I conduttori vanno collegati alle apparecchiature con appositi capicorda a pressione.

I circuiti ausiliari e di potenza, per quanto possibile, devono essere posti entro canaline in PVC, forate e con coperchio.

Il capo di ogni conduttore fissato a morsetti o ad apparecchiature va numerato mediante anellino segnafile.

Tutti i circuiti, sia di potenza sia ausiliari sia entrano od escono dal quadro devono far capo ad apposite morsettiere di tipo componibile, sezione adeguata, e con cartellini di numerazione.

Naturalmente questi conduttori in arrivo e partenza devono essere saldamente ancorati con collari ad appositi profilati per evitare che il loro peso gravi sulle apparecchiature o sui morsetti terminali.

Tutti i conduttori devono essere contraddistinti alle due estremità da appositi anellini segnafile in plastica con idoneo portacartellino. I collegamenti principali ed ausiliari devono essere riportati su apposita morsettiera numerata ed i morsetti devono essere di sezione adeguata ai conduttori.

Nei locali contenenti apparecchiatura derivate da più di un quadro, la siglatura delle linee deve riportare, oltre al numero della linea la sigla del quadro relativo.

Le sigle sui quadri proposte dalla ditta e concordate con la D.L., comunque analoghe a quelle eventualmente già esistenti.

I quadri s'intendono sempre dotati di pulsante (o interruttore, a scelta della D.L.) per consentire la prova contemporanea di tutte le lampade di segnalazione esistenti sui quadri stessi.

### **Circuiti ausiliari**

I circuiti ausiliari di comando segnalazione e misura all'interno dei quadri, devono essere realizzati con conduttori flessibili in rame, isolati in PVC di qualità R2, non propagante l'incendio, tipo FS17 con tensione nominale 450/750 V (Vo/V).

Per i diversi circuiti devono essere impiegate le seguenti sezioni minime:

- circuiti amperometrici:	2,5 mmq
- circuiti voltmetrici:	1,5 mmq
- circuiti di comando e segnalazione:	1,5 mmq
- circuiti di comando e segnalazione all'interno di apparecchiatura:	1 mmq

I conduttori dei circuiti ausiliari devono essere riuniti a fascio o alloggiati entro canali in plastica.

Le estremità dei conduttori devono essere provviste di identificazione in conformità agli schemi funzionali e/o di cablaggio e di terminali isolati, adatti per essere attestati ai morsetti delle apparecchiature o a morsettiere componibili numerate.

I morsetti componenti le morsettiere devono essere in materiale isolante non igroscopico ed essere dotati di dispositivo di serraggio indiretto antivibrante, per assicurare un buon collegamento elettrico ed evitare allentamenti durante l'esercizio. Non sono accettati morsetti con vite che agisca direttamente sul conduttore.

I morsetti relativi ai circuiti amperometrici e voltmetrici devono essere dotati di attacchi per collegamenti provvisori di strumenti; devono in particolare essere di tipo cortocircuitabile quelli dei circuiti amperometrici e sezionabili quelli dei circuiti voltmetrici.

Le morsettiere di attestamento dei cavi esterni devono essere proporzionate in modo da consentire il fissaggio di un solo conduttore per morsetto.

I cavi esterni si devono poter collegare alle morsettiere senza accavallamenti tra loro.

Deve essere prevista una quantità minima di morsetti di riserva pari al 10% di quelli utilizzati.

Le morsettiere d'uscita devono essere disposte ad una corretta altezza dal fondo del quadro per consentire un agevole allacciamento dei cavi.

Tutti i morsetti delle morsettiere e delle apparecchiature devono avere un grado di protezione pari almeno a IP2X.

## **Materiali isolanti**

I materiali isolanti impiegati all'interno dei quadri elettrici devono essere di tipo autoestinguente, non igroscopici ed avere elevate caratteristiche di resistenza alle scariche superficiali e all'invecchiamento.

Gli isolatori devono in particolare presentare lunghe linee di fuga per evitare problemi di scarica elettrica.

## **Targhe**

Devono essere previste almeno le seguenti targhe di identificazione e indicazione:

- targhetta di identificazione quadro elettrico;
- targhetta di identificazione delle singole apparecchiature, sia esterne sia interne, coerenti con gli schemi elettrici;
- targhe di pericolo.

Le targhe di identificazione e indicazione devono essere in materiale plastico con fondo

nero e scritte in bianco, fissate con viti: non sono accettati fissaggi a mezzo di collanti.

## **Accessori**

I quadri devono essere dotati dei seguenti accessori (a seconda delle caratteristiche dello stesso):

- schema aggiornato del quadro elettrico.
- depliant illustrativi del materiale utilizzato.
- libretto di installazione, uso e manutenzione.
- nota del materiale utilizzato per la realizzazione del quadro elettrico con riportati tutte le apparecchiature installate con marca e codice di identificazione dello stesso.

Devono comunque essere previsti tutti gli accessori necessari a rendere i quadri completi e pronti al funzionamento, anche se non espressamente menzionati sui disegni di progetto.

## **CAVI**

### **Normativa di riferimento**

- CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo
- CEI 16-1: Individuazione dei conduttori isolati
- CEI 16-4: individuazione dei conduttori isolati e dei conduttori nudi tramite colori
- CEI 20-22: Prova dei cavi non propaganti l'incendio
- CEI 20-24: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia
- CEI 20-27: Cavi per energia e per segnalamento – Sistemi di designazione
- CEI 20-33: Giunzioni e terminazioni per cavi di energia a tensione  $U_0/U$  noti superiore a 600/1000 V in corrente alternata e 750 V in corrente continua
- CEI 20-35: Prove sui cavi elettrici sottoposti al fuoco. Parte 1 e 2: Prove di non propagazione della fiamma
- CEI 20-36: Prova di resistenza al fuoco dei cavi elettrici
- CEI 20-37: Cavi elettrici - Prove sui gas emessi durante la combustione
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a.

### **Caratteristiche generali**

I cavi devono:

- essere di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità (dove applicabile) IMQ.
- rispondere alle Norme tecniche e costruttive stabilite dal CEI ed alle Norme dimensionali e di codice colori stabilite dalle tabelle CEI-UNEL.

I conduttori devono essere in rame.

Tipo e sezione sono indicate negli elaborati di progetto.

La scelta delle sezioni dei conduttori deve basarsi sulle seguenti considerazioni:

- il valore massimo di corrente transitante nei conduttori deve essere pari al 80% della loro portata stabilita secondo le tabelle CEI-UNEL per le condizioni di posa stabilite
- la massima caduta di tensione a valle del quadro generale fino all'utilizzatore più lontano deve essere, per i circuiti luce e fm, del 4% salvo i valori prescritti per impianti particolari (imp. di segnalazione ed assimilabili sup. al 10/15%)
- deve essere verificata la protezione delle condutture contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione non superi il valore del 4 % della tensione a vuoto) devono essere scelte tra quelle unificate, in altre parole:

- 1,5 mmq per i circuiti luce
- 2,5 mmq per i circuiti FM
- 0,75 mmq per i circuiti di segnalazione ed assimilabili.

I conduttori di neutro devono rispettare le seguenti prescrizioni:

- avere la medesima sezione del conduttore di fase in circuiti monofase, qualunque sia la sezione del conduttore di fase.
- per circuiti polifasi la sezione del conduttore di neutro deve possedere la medesima sezione del conduttore di fase, per sezioni di quest'ultimo fino a 16 mmq (se in rame) o fino a 25 mmq (se in alluminio).
- per i conduttori dei circuiti polifasi, con sezione superiore a 16 mmq se in rame (25 mmq se in alluminio), e' ammesso il neutro di sezione ridotta, ma in ogni caso non inferiore a 16 mmq purché siano soddisfatte le seguenti condizioni:
  - 1) il carico sia essenzialmente equilibrato, e in ogni modo il neutro di sezione ridotta assicuri la necessaria portata in servizio ordinario;
  - 2) sia assicurata la protezione contro le sovracorrenti.

La sezione dei conduttori di terra e di protezione, possono essere dedotti dalle seguenti tabelle.

Se dall'applicazione della tabella risulta una sezione non unificata occorre adottare il conduttore avente sezione unificata in eccesso rispetto al valore calcolato.

sez. Sf (mmq) dei conduttori di fase  
dell'impianto

sez. minima Sp (mmq) del corrispondente  
conduttore di protezione

$S_f < 16$   
 $16 < S_f < 35$   
 $S_f > 35$

$S_p = S_f$   
16  
 $S_p = S_f/2$

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori di fase, la sua sezione non deve essere minore di:

2,5 mmq in presenza di una protezione meccanica;  
4 mmq se non vi è alcuna protezione meccanica.

La sezione del conduttore di terra deve essere calcolata sulla base dei criteri indicati nella norma CEI 64-8. Tale sezione può essere ricavata dalla tabella seguente che indica i valori minimi ammessi.

## Caratteristiche di posa del conduttore

	Protetto meccanicamente	Non protetto meccanicamente
Protetto contro la corrosione	Come il conduttore di protezione	16 mmq Cu 16 mmq Fe zincato
Non protetto contro la Corrosione	25 mmq Cu 50 mmq Fe zincato	25 mmq Cu 50 mmq Fe zincato

I conduttori equipotenziali devono essere conformi alle prescrizioni contenute nella norma CEI 64-8, che qui sono sinteticamente riassunte:

Sezioni minime dei conduttori equipotenziali principali

1) Detta Se la sezione del conduttore equipotenziale dev'essere:

$$Se > Sp/2$$

Dove Sp e' la sezione del conduttore di protezione principale (conduttore di sezione maggiore)

2) Il valore minimo della sezione Se dev'essere di 6 mmq.

3) Se il conduttore equipotenziale è in rame non è richiesto una sezione Se maggiore di 25 mmq; se d'altro materiale la sezione deve avere conduttanza equivalente.

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette due masse deve avere sezione non inferiore a quella del conduttore di protezione di sezione minore.

Un conduttore equipotenziale supplementare che connette una massa a masse estranee deve avere sezione non inferiore a metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione.

Un conduttore equipotenziale che connette fra di loro due masse estranee, o che connette una massa estranea all'impianto di terra, deve avere sezione non inferiore a 2,5 mmq se è prevista una protezione meccanica, 4 mmq se non è prevista una protezione meccanica.

Nel caso si utilizzino masse estranee per assicurare il collegamento equipotenziale supplementare, devono essere soddisfatte le prescrizioni indicate dalla norma CEI 64-8.

Il colore dell'isolamento dei conduttori con materiale termoplastico deve essere definito secondo il servizio e del tipo d'impianto.

Le colorazioni dei cavi d'energia, in accordo con la tabella UNEL 00722. Devono essere:

- fase R: nero
- fase S: grigio
- fase T: marrone
- neutro: azzurro
- terra: giallo - verde

Non è ammesso l'uso dei colori azzurro e giallo-verde per nessun altro servizio, nemmeno per gli impianti ausiliari.

Il tipo di cavo da usare è definito negli elaborati di progetto.

I cavi possono essere installati:

- a) in tubazioni interrate di gran diametro, in tal caso deve essere sigillato l'ingresso con riempitivi
- b) in cunicolo di piccole dimensioni, in questo caso i cavi devono essere posati sul fondo del cunicolo e la sua imboccatura deve essere chiusa con sabbia o altro materiale equivalente
- c) entro tubazioni; le sezioni interne dei tubi devono essere tali da assicurare un comodo infilaggio e sfilaggio dei conduttori. La dimensione dei tubi deve consentire il successivo infilaggio di una quantità di conduttori pari ad  $1/3$  di quella già in opera, senza dover sfilare questi ultimi.

Nei tratti verticali i cavi devono essere amarrati ogni metro.

Il raggio di curvatura dei cavi deve tenere conto di quanto specificato dai costruttori. Nell'infilare i conduttori entro tubi si deve fare attenzione ad evitare torsioni o eliche che ne impedirebbero lo sfilamento.

Sono ammesse giunzioni di conduttori solamente nelle cassette e nei quadri, e con appositi morsetti di sezione adeguata.

La sezione dei conduttori delle linee principali e dorsali deve rimanere invariata per tutta la loro lunghezza.

In corrispondenza dei punti luce i conduttori devono terminare su blocchetti con morsetti a vite.

I cavi devono essere siglati ed identificati con fascette segnacavo come segue:

- su entrambe le estremità
- in corrispondenza d'ogni cassetta di derivazione
- in corrispondenza d'ogni cambio di percorso.

Su tali fascette deve essere precisato il numero d'identificazione della linea e la sigla del quadro che la alimenta.

Devono essere siglati anche tutti i conduttori degli impianti ausiliari in conformità agli schemi funzionali costruttivi.

Per ogni linea di potenza facente capo a morsetti entro quadri elettrici o cassette, la siglatura deve essere eseguita come segue:

- siglatura della linea sul morsetto e sul conduttore
- siglatura della fase (RSTN), sul singolo conduttore e sul morsetto.

### **Tipi di cavi e conduttori**

Sono di seguito riportate le indicazioni circa le tipologie di cavi utilizzati nella distribuzione.

La definizione del tipo di cavo è contenuta nella "Descrizione Impianti" e/o sui disegni di



progetto.

### **Cavi non propaganti la fiamma**

Il comportamento di questi cavi è tale che, se presi singolarmente, non propagano la fiamma si autoestinguono in breve tempo, sono conformi alle norme CEI 20-20 e 20-35.

Tipologie ammesse:

- H07V-K 450/750 V
- H05VV-F 450/750V
- FG1K 450/750V
- FG10K 450/750V

### **Cavi non propaganti l'incendio e la fiamma**

Il loro comportamento è tale che, anche se installati in fasci, non propagano l'incendio e si autoestinguono a distanza limitata: durante la combustione emettono fumi opachi e contenuta quantità di gas tossici e corrosivi.

Sono conformi alle norme CEI 20-22 II, 20-35 e 20-37 I.

Tipologie ammesse :

- FS17 450/750V
- FROR 450/750V
- U/R/FG16R16 600/1000V
- U/R/FG16OR16 600/1000V

## **CANALIZZAZIONI**

### **Tubi protettivi per cavi elettrici**

I tubi protettivi possono essere:

- in materiale plastico rigido di tipo pesante a Norme CEI 23-8 con Marchio Italiano di Qualità, per la distribuzione nei sottofondi o a parete e dove indicato specificatamente negli elaborati di progetto.
- in materiale plastico flessibile di tipo pesante a Norma CEI 23-14 con Marchio Italiano di Qualità per gli usi indicati specificatamente negli elaborati di progetto.
- in Ac/tZn rigido a Norma CEI 23-54 con Marchio Italiano di Qualità per gli usi indicati specificatamente negli elaborati di progetto.
- in materiale plastico per condotti interrati a Norma CEI 23-8 con resistenza allo schiacciamento a secco ed ad umido pari o superiore i 200 kg/dm

I tubi, di qualunque materiale siano devono essere espressamente prodotti per impianti elettrici e quindi devono essere privi di sbavature alle estremità e privi d'asperità taglienti lungo le loro generatrici interne ed esterne.

In ogni caso, prima del montaggio le tubazioni devono essere soffiate con aria compressa o spazzolate.

E' prescritta in modo tassativo e rigoroso l'assoluta sfilabilità dei conduttori in qualunque momento.

Se necessario si devono installare cassette rompitratta per soddisfare questo requisito (almeno una ogni 10/15 metri ed in corrispondenza d'ogni brusco cambio di direzione).

Le curve devono essere eseguite con largo raggio, in relazione al diametro dei conduttori, con apposite macchine piegatubi o nel caso di tubazioni in PVC, mediante curve prefabbricate. In ogni caso non è ammesso l'impiego di derivazioni a "T".

I tubi devono essere posati con percorso regolare e senza accavallamenti, per quanto possibile. Nei tratti in vista devono essere fissati con appositi sostegni in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con tasselli ad espansione o fissati con viti o saldatura su sostegni già predisposti, con interdistanza massima di 1500 mm.

Nei tratti a pavimento i tubi, prima di essere ricoperti con malta, devono essere ben fissati tra loro ed alla soletta, onde evitare successivi spostamenti durante la copertura per i lavori d'ultimazione del pavimento.

Negli impianti in esecuzione esterna le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette devono avvenire attraverso appositi raccordi.

Nello stesso tubo non devono esserci conduttori riguardanti servizi diversi anche se alla medesima tensione d'esercizio.

L'uso di tubi portacavo flessibili è in generale consentito per i tratti terminali dei circuiti, come tra cassette di dorsale ed utenze finali.

Salvo prescrizioni particolari il diametro esterno minimo dei tubi deve essere di 20 mm.

I diametri indicati nei documenti di progetto con un solo numero si riferiscono al diametro esterno.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari almeno a 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in loro contenuti.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni devono essere usati particolari accorgimenti, quali tubi flessibili o doppi manicotti.

E' fatto divieto transitare con tubi protettivi in prossimità di condotti di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione dei gas e di ammararsi a tubazioni, canali o in ogni modo altre installazioni impiantistiche meccaniche (tranne dove espressamente indicato).

I tubi previsti vuoti devono in ogni caso essere dotati di fili - piloti in materiale non soggetto a ruggine.

I tubi di riserva devono essere chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

Il tracciato dei tubi protettivi in esecuzione incassata deve avere un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico d'eventuale condensa) o verticale.

Le curve devono essere effettuate con raccordi o con piegature che danneggino il tubo e pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

E' inoltre vietato collocare nelle stesse tubazioni montanti colonne luce-fm, telefoniche o radiotelevisive.

Nel vano degli ascensori montacarichi non e' consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

Il sistema di fissaggio delle tubazioni a vista deve garantire una buona tenuta allo strappo ed ai possibili danneggiamenti esterni.

## **CASSETTE DI DERIVAZIONE E SCATOLE**

Le cassette e le scatole possono essere di vario tipo a seconda dell'impianto previsto (incassato, a vista, stagno).

Devono comunque essere largamente dimensionate in modo di renderne facile e sicura la manutenzione ed essere munite di fratture prestabilite per il passaggio dei tubi e/o canali.

Quelle da incasso devono essere in resina con coperchio in plastica fissato con viti.

Le cassette devono essere di tipo modulare, con altezza e metodo di fissaggio uniformi.

Nella posa deve in ogni caso essere allineato il filo inferiore di tutte le cassette installate nel medesimo ambiente.

Particolare cura deve essere posta per l'incasso e l'uscita dei tubi, in modo da evitare strozzature e consentire un agevole infilaggio dei conduttori.

Tutte le cassette per gli impianti in vista, devono essere in materiale isolante autoestinguente molto robusto, con un grado di protezione IP adeguato alla loro ubicazione, con imbocchi ad invito per le tubazioni, con passacavi o con pressacavi.

Non è ammesso collegare o far transitare nella stessa cassetta conduttori anche della stessa tensione, ma appartenenti ad impianti o servizi diversi (luce, FM, ausiliari, telefono).

In alcuni casi, dove espressamente citato una cassetta può essere utilizzata per più circuiti; devono essere previsti in tal caso scomparti separati. Il contrassegno sul coperchi viene applicato per ogni scomparto della cassetta.

Sul corpo e sul coperchio di tutte le cassette deve essere applicato un contrassegno da stabilire con la D.L. per indicare l'impianto di appartenenza (luce, FM, ecc.) e per precisare le linee che l'attraversano.

Le cassette e le scatole di derivazione devono essere munite di morsettiere di derivazione in materiale ceramico nei casi in cui siano interessati circuiti con cavi resistenti al fuoco secondo CEI 20-36 e autoestinguenti nei restanti casi.

I morsetti di terra e di neutro devono essere contraddistinti con apposite targhette.

Le cassette devono essere costruite in modo che ad installazione avvenuta, non sia possibile l'introduzione di corpi estranei. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

## **APPARECCHI DI COMANDO, PRESE, PUNTI LUCE**

### **Apparecchi di comando**

La portata nominale minima degli interruttori deve essere di 16A in c.a., con isolamento 250 V c.a..

Devono essere conformi alle prescrizioni della norma CEI 23-9 ed essere in possesso del marchio IMQ.

Gli interruttori devono essere adatti a sopportare le sovracorrenti di chiusura e di apertura sui carichi induttivi (lampade a fluorescenza). Nella scelta degli interruttori si deve tenere conto del declassamento dovuto al tipo di carico alimentato.

Gli apparecchi da incasso devono essere fissati con viti su scatole in materiale isolante incassate, rettangolari o quadrate.

Più apparecchi vicini anche se appartenenti a circuiti diversi devono essere installati su un unico supporto.

Il conduttore di terra deve essere portato anche ai supporti ed alle protezioni metalliche degli organi di comando (placche, cestelli, ecc.) ad esclusione degli apparecchi certificati in Classe II (doppio isolamento) o Classe III (bassissima tensione di sicurezza).

Gli apparecchi per impianti in vista devono avere la custodia dello stesso materiale delle cassette di derivazione.

Gli apparecchi elettrici di comando, come pure le prese, posizionati in locali predisposti per la presenza di persone portatrici di handicap devono soddisfare le prescrizioni del D.M. n. 4809 1968 art. 2.4.3.

### **Prese**

La portata nominale minima delle prese a spina deve essere di 10A in c.a., con isolamento 250 V c.a..

Tutte le prese di corrente devono portare impresso il marchio di qualità IMQ, attestante la costruzione delle medesime secondo la regola dell'arte.

L'altezza di installazione delle prese non deve essere inferiore a 175 mm dal piano del pavimento finito (tradizionale o sopraelevato).

## **Punti luce**

I punti luce saranno realizzati in maniera diversa a seconda del tipo di apparecchio illuminante utilizzato, in conformità a quanto indicato negli altri elaborati di progetto.

Tutti i punti luce hanno origine da una cassetta di dorsale e terminano ai morsetti dell'apparecchio.

Tutti i punti luce devono comprendere una scatola terminale, da incasso o sporgente, installata in prossimità dell'apparecchio.

## **APPARECCHI ILLUMINANTI**

### **Generalità**

Tutti gli apparecchi illuminanti devono essere forniti completi di lampade, reattori, accenditori, starter, condensatori di rifasamento, fusibile di protezione, portalampada, morsetti arrivo linea ed accessori.

I fusibili, se presenti nell'apparecchio, devono essere sul conduttore di fase.

Le lampade fluorescenti devono in genere avere temperatura di colore 4000, 4200°K (tonalità bianco extra), ad alta efficienza luminosa.

Ogni reattore deve essere monolampada, fissato alla base dell'apparecchio; se specificatamente richiesto i reattori devono essere di tipo elettronico.

Le parti metalliche degli apparecchi illuminanti devono essere verniciate a forno, previa pulitura, decapaggio e trattamento antiruggine.

All'armatura deve essere collegato il conduttore di terra. Tale prescrizione non è necessaria nel caso di apparecchi di classe II.

Nella fornitura degli apparecchi illuminanti si considerano sempre inclusi:

- gli oneri derivanti dalla installazione;
- le connessioni elettriche;
- la messa a punto dell'apparecchio completo.

Per la posa in opera degli apparecchi illuminanti risultano a carico dell'Appaltatore i materiali e le opere necessarie per una corretta installazione di quanto specificato nel seguito.

In particolare, a puro titolo indicativo, si ricordano:

- staffaggi e strutture varie di supporto
- materiali di consumo
- eventuali strutture di rinforzo e/o appoggio al controsoffitto
- pulizia accurata degli schermi e dei riflettori prima della messa in servizio.

I componenti degli apparecchi illuminanti devono disporre del Marchio Italiano di Qualità IMQ e le necessarie certificazioni di qualità e/o descrizioni tecniche degli apparecchi illuminanti proposti e dei relativi accessori.

Gli apparecchi le lampade ed i componenti devono rispondere ai requisiti ed alle prescrizioni stabilite dalle norme CEI applicabili.

## **Apparecchiature accessorie**

Tutti gli apparecchi illuminanti descritti nel seguito devono essere dotati, per quanto applicabili, dei seguenti accessori:

- starter elettronico con porta-starter, per preriscaldamento dei catodi. In particolare esso deve avere un perfetto isolamento ed essere dotato sia di condensatore contro i radio disturbi.
- reattore o alimentatore per limitare e stabilizzare la corrente di carico.
- condensatore per rifasare il carico sino a un fattore di potenza di 0,95 con resistenza di scarica incorporata e dotato di filtro antidisturbo.
- messa a terra del corpo metallico della plafoniera (non necessario per apparecchi di classe II).

## **IMPIANTI DI PROTEZIONE**

### **Collegamenti equipotenziali**

Nelle tubazioni deve essere posto il conduttore di protezione, in conformità a quanto richiesto dalle norme CEI.

Devono essere connessi ai collettori equipotenziali:

- tubazioni idrauliche in genere
- basamenti e strutture metalliche in genere per supporto di tubazioni, canali, ecc.
- punti per assicurare la continuità in corrispondenza di flange, giunti, dilatatori, ecc.
- basamenti delle macchine.

Questi collegamenti vengono eseguiti con corda di rame da 16 mmq.

Il collegamento del conduttore a tubazioni deve essere eseguito con collari di sicura efficacia preventivamente approvati dalla D.L.. Dove possibile si salda un bullone al quale viene collegato il capocorda del conduttore di protezione.

Il morsetto deve essere tale da assicurare il collegamento con un conduttore da 6 mmq.

Tale morsetto deve assicurare un contatto perfetto con la parte metallica da collegare e deve essere preventivamente approvato dalla D.L..

Dove è possibile si salda un bullone M6 sulla parte metallica e si predispone capocorda e bullone di fissaggio.

Nei tratti di tubazione dove ci sono flange, giunti isolati e parti non continue si deve effettuare un ponte con conduttore da 6 mmq, per tutto lo sviluppo della rete.

Nel caso di più tubi (sino a 2 metri) si deve effettuare il ponte tra i morsetti su ogni tubo in modo che poi la connessione al conduttore di protezione possa essere unica.

## **VERIFICHE PROVE E COLLAUDI**

Saranno elaborati e consegnati a fine lavori tutti i documenti elettrici necessari affinché si possa ritenere l'impianto stesso completo e funzionante secondo la buona regola dell'arte.

Saranno messi a disposizione gli elaborati tecnici e i relativi disegni esecutivi atti a facilitare i tecnici addetti alla manutenzione ogni qualvolta si debba operare per modifiche o integrazioni future. Dovrà essere rilasciata a fine lavoro la dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte secondo le modalità indicate con DM 20/2/92 GU n. 49 del 28/2/92.

## **QUALITÀ DEI MATERIALI E LUOGHI DI INSTALLAZIONE**

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici saranno adatti all'ambiente in cui sono installati e avranno 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 saranno rispondenti alle relative Norme CEI e tabelle di unificazione CEI - UNEL, ove queste esistono e alle Leggi attualmente in vigore.

E' raccomandata, nella scelta dei materiali, la preferenza ai prodotti nazionali. Tutti gli apparecchi dovranno riportare dati di targa ed eventuali istruzioni d'uso utilizzando la simbologia del CEI e la lingua italiana.