

<b>CAPO 11 – IMPIANTI ELETTRICI .....</b>	<b>2</b>
ARTICOLO 1 – INTRODUZIONE .....	2
ARTICOLO 2 – NORME GENERALI .....	2
ARTICOLO 3 – QUALITÀ DEI MATERIALI, DEI COMPONENTI E DELLE APPARECCHIATURE.....	5
ARTICOLO 4 – VERIFICHE IN CORSO D’OPERA E FINALI.....	5
ARTICOLO 5 – DOCUMENTAZIONE FINALE.....	5
ARTICOLO 6 – QUADRI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE.....	6
ARTICOLO 7 – CAVI DI BASSA TENSIONE .....	9
ARTICOLO 8 – CONDOTTI .....	11
ARTICOLO 9 – IMPIANTO DI TERRA .....	13
ARTICOLO 10 – COMANDI DI ARRESTO ED DI EMERGENZA .....	16
ARTICOLO 11 – ILLUMINAZIONE ORDINARIA, DI SICUREZZA E DI EMERGENZA .....	16
ARTICOLO 12 – APPARECCHI DI COMANDO E PRESE A SPINA.....	17
ARTICOLO 13 – RIMOZIONI E SMANTELLAMENTI .....	18

## **CAPO 11 – IMPIANTI ELETTRICI**

### **Articolo 1 – Introduzione**

L'obiettivo del disciplinare è quello di fornire i riferimenti legislativi e normativi da osservare per la progettazione ed esecuzione delle opere, le regole tecniche di esecuzione, le modalità di verifica e collaudo, l'elenco delle lavorazioni e relative specifiche tecniche.

Le opere oggetto dei lavori sono generalmente descritte negli elaborati tecnici di progetto, i quali sono parte integrante del presente disciplinare.

In caso di eccezioni alle soluzioni progettuali adottate, l'Azienda Appaltatrice, prima dell'inizio dei lavori, deve sottoporre alla Direzione Lavori, delle soluzioni alternative che rispettino, in ogni caso, gli obiettivi di sicurezza, qualità, funzionalità ed economicità dell'opera. La Direzione Lavori, sentita la Committente comunicherà l'eventuale accettazione delle varianti e l'Azienda appaltatrice provvederà all'Aggiornamento degli elaborati di progetto.

Le specifiche e le prescrizioni contenute nella seguente sezione del documento sono da considerarsi di tipo generale.

Le precisazioni contenute nei documenti specifici e nei disegni, ove in contrasto, prevalgono su quelle contenute nel seguente disciplinare.

### **Articolo 2 – Norme generali**

Gli impianti, i materiali, i macchinari e le apparecchiature in genere, devono essere realizzati a regola d'arte, nel rispetto delle norme di buona tecnica come prescritto dalla legge n°186 del 01/03/1968 ed in conformità al Decreto Legge n° 37 del 22/01/2008, alle sue relative modifiche riportate dal decreto del 19 maggio 2010 e ad altre eventuali successive modifiche ed integrazioni.

I materiali ed i componenti devono essere nuovi di fabbrica ed esenti da difetti, installati a "regola d'arte" e rispondenti, sia nell'insieme che nelle singole parti alle Norme CEI, Tabelle UNEL e relativi allegati, varianti ed integrazioni.

Tali materiali e componenti devono essere provvisti di marchio di qualità IMQ o di analogo riconosciuto in Italia e, dove non esistente, di dichiarazione di rispondenza alla normativa rilasciata dal costruttore e di marcatura CE - secondo le corrispondenti direttive europee - per i materiali per i quali tale marcatura è richiesta.

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

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

Principali norme tecniche e guide di riferimento emesse dal Comitato Elettrotecnico Italiano (Prima dell'inizio lavori è opportuno verificarne l'aggiornamento ed eventuali varianti o modificazioni intervenute):

- CEI 0-2 Fascicolo 6578 2002-09 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- CEI 3-14: "Segni grafici per schemi di uso generale"
- CEI 0-16 Fascicolo 9404 2008-07 Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo.
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria
- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di corto circuito nelle reti trifasi a corrente alternata.
- CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici.

- CEI 11-28 Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
- CEI 11-37 Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1 kV.
- CEI 11-48 Esercizio degli impianti elettrici.
- CEI 13-11 Strumenti di misura elettrici registratori ad azione diretta e relativi accessori.
- CEI 13-32 Gruppi integrati per la misura dell'energia attiva e reattiva sulle reti trifase di bassa tensione per l'elaborazione dei dati e la tele gestione, con o senza interposizione di TA.
- CEI 14-8 Trasformatori di potenza a secco.
- CEI 14-13 Trasformatori trifase per distribuzione a raffreddamento naturale in olio, di potenza 50-2500 kVA, 50 Hz, con tensione massima  $U_m$  per il componente non superiore a 36 kV.
- CEI 16-2 (CEI EN 60445) Principi base e di sicurezza per l'interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione - Identificazione dei morsetti degli apparecchi, delle estremità dei conduttori.
- CEI 17-113 (CEI EN 61439-1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.
- CEI 17-114 (CEI EN 61439-2) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.
- CEI 17-116 (CEI EN 61439-3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO).
- serie CEI 20-20 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-21 Calcolo delle portate dei cavi elettrici- Parte 1. In regime permanente (fattore di carico 100%).
- CEI 20-24 Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia.
- CEI 20-28 Connettori per cavi d'energia.
- CEI 21-39 (CEI EN 50272-2) Prescrizioni di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni- Parte 2: Batterie stazionarie.
- CEI 22-26 (CEI EN 62040-1-1) Sistemi statici di continuità (UPS)- Parte 1-1: Prescrizioni generali e di sicurezza per UPS utilizzati in aree accessibili all'operatore.
- CEI 23-31 Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso porta cavi e porta apparecchi.
- CEI 23-32 Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso porta cavi e porta apparecchi per soffitto e parete.
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- CEI 23-80 (CEI EN 61386-1) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: prescrizioni generali.
- CEI 23-81 (CEI EN 61386-1) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 21: prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi ed accessori.
- CEI 23-93 (CEI EN 50085-2-1) Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche Parte 2-1: Sistemi di canali e condotti per montaggio a parete e a soffitto.
- CEI 31-35/A Atmosfere esplosive Guida alla classificazione dei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas in applicazione della Norma CEI EN 60079-10-1 (CEI 31-87): esempi di applicazione.
- CEI 31-87 (EN 60079-10-1) Atmosfere esplosive parte 10-1: Classificazione luoghi-atmosfere esplosive per presenza di gas.
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- CEI 64-8/1 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua- Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali.
- CEI 64-8/2 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua- Parte 2: Definizioni.
- CEI 64-8/4 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua- Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza.
- CEI 64-8/5 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua- Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici.
- CEI 64-8/6 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua- Parte 6: Verifiche.
- CEI 64-8; V4 Allineamento Regolamento prodotti da costruzione (UE) 305/2011 Impianti elettrici utilizzatori, per l'allineamento della parte relativa ai cavi al Regolamento CPR prodotti da

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

- CEI 64-12;V1 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- CEI 64-14; V1 Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- CEI 81-1 Protezione delle strutture contro i fulmini.
- CEI 81-4 Protezione delle strutture contro i fulmini- Valutazione del rischio dovuto al fulmine.
- CEI 81-8 Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione.
- CEI 99-2 Fascicolo 11373 2011-07 CEI EN 61936-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni
- CEI 99-3 (CEI EN 50522) Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1kV in c.a..
- CEI-UNEL 00722 Colori distintivi delle anime dei cavi isolati in gomma o PVC per energia o per comandi e segnalazione con tensione U0/U non superiore a 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35023 Cavi di energia per tensione nominale U=1kV. Cadute di tensione.
- CEI-UNEL 35024/1 Fascicolo 3516 1997-06 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria.
- CEI-UNEL 35026 Fascicolo 5777 2000-09 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata.
- CEI EN 50849 (CEI 79-102) Sistemi di allarme sonoro per applicazioni di emergenza.
- CEI EN 60065 (CEI 92-1) Apparecchi audio, video e apparecchi elettronici similari. Requisiti di sicurezza.

Per le applicazioni nei luoghi con pericolo di esplosione si rimanda alle norme CEI comitato tecnico 31.

Per la protezione contro i fulmini si rimanda alle norme CEI comitato tecnico 81.

Per le norme di prodotto relative a componenti ed apparecchi si rimanda all'elenco aggiornato delle norme CEI e UNEL.

Norme UNI-EN (Prima dell'inizio lavori è opportuno verificarne l'aggiornamento ed eventuali varianti o modificazioni intervenute):

- UNI EN 12464-1 2011 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 1: Posti di lavoro in interni
- UNI EN 12464-2 2008 Luce e illuminazione - Illuminazione dei posti di lavoro. Parte 2: Posti di lavoro in esterno.
- UNI EN 1838 2000 Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.

Per le norme di prodotto relative a componenti ed apparecchi si rimanda all'elenco aggiornato delle norme UNI.

Legislazione di riferimento.

Principali documenti legislativi per la realizzazione, l'uso e la manutenzione degli impianti elettrici (Prima dell'inizio lavori è opportuno verificarne l'aggiornamento ed eventuali varianti o modificazioni intervenute):

- L186 - 23/03/1968: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici.
- DPR 462 - 22/10/2001: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- DM 37 - 22/01/2008: 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.
- DLgs 81 - 09/04/2008 e s.m.i.: Testo unico della sicurezza sul lavoro.
- DECRETO 27 luglio 2010: Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio delle attività commerciali con superficie superiore a 400 mq. (10A09806)
- DPR 151 - 01/08/2011: Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell'articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122.

- D.Lgs 16 giugno 2017 n. 106: "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE."

Altre prescrizioni:

- Delibere dell'autorità per l'energia elettrica ed il gas.
- Prescrizioni e raccomandazioni dell'impresa distributrice dell'energia elettrica.
- Prescrizioni e raccomandazioni della competente ATS e INAL (ex ISPEL).
- Prescrizioni e raccomandazioni delle Autorità Comunali.
- Prescrizioni e raccomandazioni del locale Comando dei Vigili del Fuoco.

L'eventuale incompletezza di riferimenti normativi non esime l'Azienda Appaltatrice dall'osservanza di quelle non esplicitamente citate.

### **Articolo 3 – Qualità dei materiali, dei componenti e delle apparecchiature**

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

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

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

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

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

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

Sono preferiti prodotti con marchi di efficienza energetica.

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

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

### **Articolo 4 – Verifiche in corso d'opera e finali**

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

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

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

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

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

### **Articolo 5 – Documentazione finale**

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

La «Dichiarazione di conformità» deve risultare completa di tutti gli allegati obbligatori e tutta quella documentazione finale (schemi, tavole planimetriche ecc. come costruito, manuali di funzionamento, garanzie etc.) che le normative vigenti richiedono a giustificazione dei lavori elettrici eseguiti:

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

La suddetta documentazione deve avere un grado di dettaglio non inferiore a quello deducibile dagli elaborati di progetto e deve essere fornita alla committente in triplice copia cartacea e singola copia su supporto ottico CD-ROM.

#### **Articolo 6 – Quadri elettrici in bassa tensione**

I quadri elettrici devono essere conformi alla recente normativa internazionale, europea e italiana ed in particolare alle seguenti norme:

- le norme applicabili del Comitato Elettrotecnico Italiano : Norme CEI 17-5 ; CEI 17-11; CEI 17-13/1-3; CEI 17-18 ; CEI 17-43
- le tabelle UNEL applicabili per le caratteristiche dei materiali unificati, le portate di corrente, ecc. o le equivalenti norme europee EN;
- le norme CEI applicabili alle singole apparecchiature per quanto concerne la loro costruzione, modalità di installazione e prestazioni nelle condizioni di impiego.
- CEI EN 61439-1 (CEI17-113): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 1: Regole generali
- CEI EN 61439-1 (CEI17-113): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 2: Quadri di potenza

Salvo diverse indicazioni contenute negli elaborati tecnici di progetto, i quadri elettrici devono avere le seguenti caratteristiche minime:

- carpenterie dei quadri in lamiera d'acciaio, spessore minimo 2 mm.;
- contenitori in materiale isolante in grado di resistere a sollecitazioni meccaniche, elettriche e termiche; in poliestere in esecuzione stagna IP65 con porta frontale, colore grigio RAL 7035, doppio isolamento;
- grado di protezione IP55
- parti attive inaccessibili per la sezione di quadro a monte dell'interruttore generale, compreso morsettiera di ingresso;
- protezioni contro i contatti diretti;
- portelle di chiusura trasparenti con serratura a chiave;
- intelaiatura interna a guide unificate e pannelli di fondo;
- canaline porta cavi;
- sbarre in rame per conduttori di protezione;
- collegamento a terra delle parti metalliche;
- sbarre o morsettiera di alimentazione dei singoli interruttori e morsettiera di uscita;
- segnalazione di presenza tensione;
- analizzatore di rete digitale con contatore di energia omologato MID in grado di trasmettere i dati all'esterno;
- dispositivi di protezione contro le sovratensioni;
- interruttori di protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuiti;
- interruttori differenziali e/o altri dispositivi di protezione contro i contatti indiretti;
- tasca porta documenti in cui inserire gli schemi unifilari;
- predisposizione per l'acquisizione e trasmissione di dati;
- predisposizione per ricezione comandi dall'esterno ed invio segnali di stato;
- spazio di riserva per future installazioni;

- targhette identificative applicate su tutti i componenti, compreso i cavi elettrici di cablaggio;
- targhe con avvisi di sicurezza da apporre all'interno ed all'esterno;
- targa identificativa del quadro

Documentazione a corredo:

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

La consistenza delle apparecchiature da montare deve essere indicata negli schemi unifilari dei quadri stessi.

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

I conduttori in ingresso e in uscita dal quadro devono essere identificati con targhette e fissati meccanicamente a supporti solidi al fine di evitare lo scarico delle forze elettrodinamiche sui morsetti, sbarre e codoli, in caso di corto circuito.

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

Per i PLC eventualmente installati, deve essere fornita tutta la documentazione relativa al programma sorgente, la licenza d'uso del software di gestione e le istruzioni per l'uso del PLC.

E' compito dell'Azienda Appaltatrice provvedere in fase realizzativa alla fornitura degli elaborati costruttivi, degli schemi unifilari, degli schemi di principio, della dichiarazione di conformità (riferita alla targa identificativa del quadro) e del certificato di prova del quadro.

Per la realizzazione dei quadri e per le modalità di collaudo devono essere rispettate tutte le leggi pertinenti in vigore nella Repubblica Italiana alla data della definizione dell'ordine (in particolare il Dlgs. n.81/2008 e s.m.i. in materia antinfortunistica).

Prima di procedere alla realizzazione del quadro elettrico l'Azienda Appaltatrice deve sottoporre alla Direzione Lavori, per approvazione, lo schema elettrico definitivo e l'elenco dei componenti che intende utilizzare.

#### Quadri per pompe di sollevamento fognario

I quadri di comando devono essere realizzati secondo gli schemi elettrici di progetto.

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

- quadro in poliestere in esecuzione stagna IP65 con porta frontale, colore grigio RAL 7035, doppio isolamento da parete o pavimento;
- Interruttore generale con blocco porta;
- scaricatori di sovratensioni con idoneo dispositivo di protezione;
- trasformatore 24V per circuiti ausiliari;
- alimentatore 24Vdc per modulo logico di comando;
- portafusibili e fusibili per circuiti ausiliari;
- amperometri tipo analogico alimentato da loop, con trasduttori di corrente 4-20mA;
- interruttori automatici salvamotore;
- contattori tripolari con contatti ausiliari;
- selettori, lampade spia led di segnalazione; contaore; pulsanti luminosi; relè, per circuito ausiliario
- modulo logico o PLC per gestione automatica in modalità "locale";
- cablaggio predisposto per ricezione comandi ed invio segnalazioni al sistema di telecontrollo;
- morsettiera di potenza; morsettiera ausiliari; morsettiera segnali per telecontrollo;
- targhette indicatrici.

A seconda del tipo di avviamento:

- contattori per avviamento stella/triangolo
- avviatori soft-starter a tensione ridotta con controllo di coppia;
- convertitore statico di frequenza (Inverter), per avviamento e controllo di motori trifasi asincroni, mediante controllo di tensione e frequenza. Completo di display grafico, grado

di protezione IP66, filtro RFI Classe A1/B, scheda di comunicazione mod-bus RTU integrata. Tensione d'alimentazione trifase: 380...480/500 V - 50/60 Hz - IP 54.

Documentazione a corredo:

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

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

Prima di procedere alla realizzazione del quadro elettrico l'Azienda Appaltatrice deve sottoporre alla Direzione Lavori, per approvazione, lo schema elettrico definitivo e l'elenco dei componenti che intende utilizzare.

#### Quadri di comando per pompe acquedotto

I quadri elettrici di comando devono essere realizzati secondo gli schemi elettrici di progetto, devono contenere indicativamente almeno le seguenti apparecchiature di costruzione standard e di prima qualità:

- quadro in poliestere in esecuzione stagna IP65 con porta frontale, colore grigio RAL 7035, doppio isolamento, da parete o pavimento, di dimensioni sufficienti ed adatto a contenere tutte le apparecchiature;
- Interruttore generale con blocco porta;
- scaricatori di sovratensioni con idoneo dispositivo di protezione;
- trasformatore 24V per circuiti ausiliari;
- interruttore orario digitale giornaliero/settimanale a due canali;
- portafusibili e fusibili per circuiti ausiliari;
- amperometri tipo analogico alimentato da loop, con trasduttori di corrente 4-20mA;
- interruttori automatici salvamotore;
- contattori tripolari con contatti ausiliari;
- selettori, lampade spia led di segnalazione; contaore; pulsanti luminosi; relè, per circuito ausiliario
- modulo interfaccia Modbus su RS485, compatibile con le apparecchiature dell'impianto di telecontrollo, composto da modulo ingressi digitali, modulo uscite digitali, modulo ingressi analogici, protezioni contro le sovratensioni per ingressi analogici;
- morsettiera di potenza; morsettiera ausiliari; morsettiera segnali per telecontrollo;
- targhette indicatrici.

A seconda del tipo di avviamento:

- contattori per avviamento stella/triangolo
- avviatori soft-starter a tensione ridotta con controllo di coppia;
- convertitore statico di frequenza (Inverter) per avviamento e controllo di motori trifasi asincroni, mediante controllo di tensione e frequenza. Completo di display grafico, grado di protezione IP66, filtro RFI Classe A1/B, scheda di comunicazione mod-bus RTU integrata. Tensione d'alimentazione trifase: 380...480/500 V - 50/60 Hz - IP 54.

Documentazione a corredo:

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

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

Prima di procedere alla realizzazione del quadro elettrico l'Azienda Appaltatrice deve sottoporre alla Direzione Lavori, per approvazione, lo schema elettrico definitivo e l'elenco dei componenti che intende utilizzare.

#### Quadri per telecontrollo



I quadri elettrici dell'impianto di telecontrollo devono contenere le apparecchiature adatte alla ricezione delle segnalazioni analogiche/digitali ed all'invio di comandi per l'attuazione degli impianti presenti negli acquedotti e fognature.

Devono essere assemblati secondo le specifiche fornite dalla Committente, con apparecchiature che devono essere compatibili con quelle già presenti e funzionanti nell'impianto.

### Articolo 7 – Cavi di bassa tensione

#### Generalità

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

#### Criteri di scelta

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

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

Precisando anche che:

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

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

Classificazione cavi CPR:

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

	e LSOH	pubblico.
B2 <sub>ca-s1b</sub> , d1, a1	<b>FG180M16 0,6/1 kV</b> <b>FG180M18 0,6/1 kV</b> Nuovi cavi migliori di C <sub>ca-s1b</sub> , d1, a1	Luoghi dove il rischio relativo all'incendio è particolarmente alto

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

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

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

La sezione dei conduttori di neutro non può essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase.

Per l'identificazione dei conduttori si devono usare obbligatoriamente i colori:

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

#### Tipi e modalità di posa

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

Tipi di posa:

- entro tubazioni interrate (in caso di attraversamenti di piazzali, strade interne, percorsi esterni agli edifici);
- entro tubazioni incassate a pavimento o sotto intonaco;
- entro canali o passerelle porta cavi orizzontali o verticali;
- entro tubazioni a vista su murature o altre strutture;
- entro cunicoli (direttamente posati sul fondo o entro passerelle porta cavi in cunicoli di grandi dimensioni);
- a vista su muratura o altre strutture.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## **Articolo 8 – Condotti**

### Condotti in tubo

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

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

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

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

La fornitura in opera dei montanti in tubo comprende i pezzi speciali quali manicotti, curve, clips fissatubo.

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

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

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

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

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

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

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

### Guaine.

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

Schiacciamento : 350N su 5 cm a 20°C

Urto a freddo : 2 Joule a - 5°C

Resistenza alla temperatura : -20°C÷+70°C

Resistenza alla fiamma : autoestinguente in meno di 30 secondi

Rigidità dielettrica : Superiore a 2000V a 50 Hz per 15'

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

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

Buona resistenza agli oli all'invecchiamento e agli agenti atmosferici.

Autoestinguenti a norme CEI 23-8. Buona resistenza meccanica, all'abrasione e all'usura.

Temperatura di esercizio -15\*+70°C.

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

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

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

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

### Canali e passerelle portacavi.

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

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

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

Le curve a discesa dei canali devono essere eseguite in maniera tale da evitare che il peso stesso dei cavi possa danneggiare l'isolamento. Nei tratti verticali, particolarmente lunghi, devono essere adottati appositi sostegni per il fissaggio meccanico delle condutture. Tali sostegni devono essere realizzati con profilati fissati con viti sul fondo della canale ove alloggeranno appositi morsetti serracavi. Dove il numero delle condutture non consentisse un adeguato uso dei morsetti serracavi vengono utilizzati collari in nylon.

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

### Canale a fondo continuo forato

Canale in lamiera, spessore 10/10 mm zincata a caldo con processo Sen-dzimir, conforme UNI EN 10327, spessore del rivestimento protettivo non inferiore a 14 micron, con fondo forato, comprensivo di accessori di fissaggio, coperchio, derivazioni piane, derivazioni in salita o in discesa.

La fornitura deve comprendere:

- Accessori per la continuità elettrica dei diversi elementi;
- Sistema di staffaggio e/o fissaggio del canale a struttura;
- Sistemi di ancoraggio delle linee.

### Canale porta cavi in PVC

Canale porta cavi e porta apparecchi in PVC ed accessori in ABS, compreso di coperchio apribile solo con attrezzo, avente resistenza all'urto di IK 08 (5J) e grado di protezione IP40 installabile a parete o a soffitto conforme alle seguenti norme e direttive:

- CEI EN 50085-2-1
- Direttiva Rohs 2 2011/65/CE
- Direttiva B.T. 2009/95/CE

La fornitura in opera comprende anche i pezzi speciali quali angoli, curve piane, copri giunzioni e terminali.

Idonea all'installazione di servizi diversi tramite setti separatori.

### Cavidotto interrato

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

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

Le tubazioni interrate, fanno sempre capo a pozzetti di misura adeguata, completi di chiusino. Per tratte particolarmente lunghe saranno inoltre previsti pozzetti rompi tratta ogni 18 - 20 m. Nei tratti interrati le tubazioni devono essere posate a profondità minima di 50 cm dal piano di calpestio.

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

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

### Mensole e supporti.

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

### Cassette di derivazione.

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

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

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

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

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

## **Articolo 9 – Impianto di terra**

### Conduttori di protezione

La sezione dei conduttori di protezione è determinata come descritto all'art. 543.1 delle Norme CEI 64-8 . Normalmente il conduttore di protezione è dimensionato seguendo la tabella 54F:

Sezione dei conduttori di fase dell'impianto S mm <sup>2</sup>	Sezione minima del corrispondente conduttore di protezione Sp mm <sup>2</sup>
S ≤ 16	Sp = S
16 < S ≤ 35	Sp = 16
S > 35	Sp = S/2

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

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

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

#### Conduttore di terra

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

Tabella 54A - Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra

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

#### Conduttori equipotenziali

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

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

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

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

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

Nodo principale di terra

Il collettore generale di terra deve essere in barra di rame nudo, completo di fori e di dimensioni tali da garantire il collegamento del conduttore principale di terra e dei conduttori equipotenziali.

Dispersioni

I dispersori intenzionali possono essere costituiti da:

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

I dispersori di fatto possono essere costituiti da:

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

Il tipo e la profondità di posa dei dispersori deve essere tale che eventuali fenomeni di congelamento o essiccamento del terreno circostante non varino in modo rilevante il valore della resistenza di terra. Le dimensioni minime e la natura dei dispersori devono essere conformi a quanto riportato nella seguente tabella.

Dimensioni dei dispersori

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

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

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

Quando il terreno di posa è particolarmente aggressivo si consiglia:

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

Nelle giunzioni:

- evitare il contatto con il terreno umido proteggendo la giunzione con nastri vulcanizzanti o simili;

- limitare le coppie elettrochimiche utilizzando materiali omogenei nell'accoppiamento conduttore - morsetto - conduttore.

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

È sconsigliata la posa nel terreno di tubazioni nude in acciaio zincato in presenza di altre tubazioni in rame nudo o di elementi dispersori in rame. In generale si consiglia l'impiego di tubi protetti con rivestimento isolante di idoneo spessore. Con terreni aggressivi o particolarmente umidi il collegamento di dispersori in acciaio zincato ai fondini di armatura delle fondazioni può facilitare la corrosione dei dispersori stessi.

### **Articolo 10 – Comandi di arresto ed di emergenza**

I dispositivi adibiti a comando di arresto o di emergenza devono essere dimensionati in conformità al luogo d'installazione, rapidamente accessibili dall'operatore ed azionabili con una sola manovra da posizione sicura.

Devono essere facilmente identificabili per mezzo di appositi cartelli di colore rosso.

Ove possibile devono essere utilizzati circuiti con bobine di sgancio a minima tensione.

In caso di circuiti a lancio di corrente è d'obbligo installare un'opportuna segnalazione che indichi permanentemente l'efficienza del circuito di comando.

### **Articolo 11 – Illuminazione ordinaria, di sicurezza e di emergenza**

#### Illuminazione ordinaria.

Il livello di illuminazione minimo, il livello di luminanza ed il livello di uniformità ottenuti con l'impianto di illuminazione ordinaria devono essere stabiliti sulla base delle Norme Tecniche relative, in considerazione della destinazione d'uso del luogo, del tempo di permanenza previsto per il personale, del livello di accuratezza visiva necessario allo svolgimento delle attività previste ed della presenza di apparecchiature dotate di videoterminali.

#### Illuminazione di sicurezza.

L'impianto d'illuminazione di sicurezza deve assicurare un illuminamento sufficiente a mettere in evidenza le uscite ed il percorso per raggiungerle, nel caso che venga a mancare l'alimentazione principale o l'alimentazione sui singoli circuiti che interessano le varie zone. L'illuminazione di sicurezza deve essere realizzata con lampade ad alta efficienza (preferibilmente a led), alimentate a 230V - 50Hz, del tipo autonomo con autonomia di 1 ora. Dette lampade possono essere le stesse utilizzate per l'illuminazione ordinaria e dotate di proprie batterie autonome. I corpi illuminanti per l'indicazione delle "Uscite di Sicurezza" devono essere sempre accesi con energia prelevata dalla rete normale e al mancare di questa, devono prelevare energia dal proprio gruppo di emergenza. Deve essere garantito indicativamente un illuminamento minimo, su un piano orizzontale ad 1 metro di altezza dal piano di calpestio, non inferiore a 5 lux in corrispondenza delle uscite, 2 lux negli altri ambienti. I conduttori devono essere conformi alla normativa vigente, non propaganti la fiamma con tensione nominale non inferiore a 450/750V, posati in tubi protettivi o in canalizzazioni con caratteristiche di non propagazione della fiamma.

#### Illuminazione di emergenza

L'integrazione dell'illuminazione di emergenza con quella ordinaria deve essere assolutamente rispondente alle norme vigenti; in particolare:

- EN 60598-2-22 "apparecchi di illuminazione di emergenza"
- ISO 3684: 1984 "segnali di sicurezza, colori"
- EN 1838 "lighting applications-Emergency lighting"
- EN 50172 "apparecchi di segnalazione vie di esodo"
- UNI EN 1838 "applicazione dell'illuminotecnica-illuminazione di emergenza"
- CEI 64/8 "impianti elettrici" – "ambienti di classificazione particolari"
- D.lgs. n. 81 del 09-04-2008: "Testo unico per la sicurezza";

I principali obiettivi dell'illuminazione di emergenza quando quella ordinaria viene a mancare sono i seguenti:

- a) Indicare chiaramente le vie di uscita, mediante appropriate segnalazioni a seconda della distanza visiva.



- b) Prevedere l'illuminazione di emergenza lungo i percorsi, in modo tale da consentire il deflusso sicuro verso le uscite.
- c) Assicurarsi che gli allarmi e le attrezzature antincendio previste lungo le vie di uscita siano prontamente identificabili.

L'impianto deve essere suddiviso in corpi illuminanti di segnalazione via di fuga, corpi illuminanti di illuminazione percorsi e locali. In entrambi i casi, l'autonomia minima richiesta è di 90 minuti.

#### Apparecchi illuminanti.

Gli apparecchi illuminanti devono essere scelti in relazione all'ambiente nel quale devono essere installati e dovranno avere grado minimo di protezione in funzione della classificazione dell'ambiente di installazione, delle condizioni ambientali e delle modalità di pulizia dei luoghi e degli apparecchi stessi. In situazioni ordinarie devono essere rispettati i seguenti gradi di protezione minimi:

- IP 65 per installazione all'esterno e nei locali tecnici;
- IP 44 per installazione all'interno;
- IP 20 per l'installazione negli ambienti ordinari.

Gli apparecchi illuminanti devono essere provvisti di Marchio Italiano di Qualità (IMQ) e realizzati in conformità a quanto prescritto dalle Norme CEI 34-21.

Gli apparecchi illuminanti destinati all'illuminazione di sicurezza oltre che rispettare le Norme C.E.I. 34-21, sono regolati, dal punto di vista costruttivo e funzionale, dalle Norme CEI 34-22 fasc. 625 e dovranno avere corpo e schermo in policarbonato autoestinguento classe V2. Particolare attenzione deve essere posta nella scelta e nel posizionamento degli apparecchi su superfici combustibili e nell'illuminazione di manufatti in materiale combustibile o infiammabile.

#### **Articolo 12 – Apparecchi di comando e Prese a spina**

##### Apparecchi di comando

Devono essere di tipo industriale o civile, con diversi gradi di protezione a seconda dell'ambiente in cui devono essere installati ed a seconda del tipo di impianto previsto; in ogni caso devono avere una portata non inferiore a 10 A. Devono essere sempre completi di scatola o contenitore che protegga i morsetti in tensione.

Qualora siano composti da elementi metallici (contenitore, telaio di sostegno, ecc.) devono essere collegati a terra.

##### Prese a spina ad uso civile.

Le prese del tipo civile, devono avere le seguenti caratteristiche:

- tensione nominale massima 240V
- e corrente nominale massima 16A
- 2 poli + PE con alveoli di messa a terra
- rispondenti alle Norme CEI 23-5
- alveoli schermati (tranne quello di terra), per evitare l'inserimento accidentale di oggetti.

##### Prese a spina ad uso industriale.

Le prese a spina per uso industriale devono avere le seguenti caratteristiche:

- Norme CEE 17(CEI 23-12)
- tensione nominale massima 230V o 380/415V
- corrente nominale massima di 63 A.
- con fusibile di protezione o magnetotermico, con doppio blocco meccanico che impedisce la chiusura dell'interruttore rotativo a spina estratta e l'estrazione della spina ad interruttore chiuso.
- Se necessario, con apposite cassette di smistamento per il collegamento di più prese in batteria.

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

##### Prese a spina "decontattore"

Sistema presa/spina Decontattore (presa+sezionatore), per sezionamento locale (isolamento fisico di sicurezza) di pompe, motori e macchine in genere, in fase manutentiva; manovrabile da personale comune (PEC); potere d'interruzione integrato in classe AC23, secondo norma EN 60947/3 (interruttori, sezionatori di manovra sotto carico); completo di contatti di potenza e contatti ausiliari per sonda termica e/o altre segnalazioni. Custodie in poliestere idonee a temperature da -40°C a +60°C, con grado di protezione IP66 e IP67, resistenti alle atmosfere con presenza di H<sub>2</sub>S, viterie e molle in acciaio AISI 316L; possibilità di dotazione di pulsante a fungo per comando di emergenza e blocco meccanico



lucchettabile. Spina con contatti inossidabili in argento-nichel su molle in acciaio armonico ad alta pressione di contatto; dotata frontalmente di disco otturatore di sicurezza con grado di protezione pari a IP4X; conforme alla norma EN 60309-1 ed alla 60204-1 (direttiva macchine) in termini di dispositivo di sezionamento (isolamento) dall'alimentazione principale; sono compresi i supporti di fissaggio, pezzi speciali ed accessori.

Sistema composto di scatola da parete in poliestere + flangia inclinata + presa + spina con impugnatura diritta; modelli: 3 Poli + T – 20/32/63 - 440V - IP67 – 2/4 contatti ausiliari.

### **Articolo 13 – Rimozioni e smantellamenti**

Per tutti i prodotti e le linee elettriche che devono essere rimosse e/o smaltiti, l'azienda Appaltatrice dovrà rilasciare attestato di smaltimento a norma, corredato delle ricevute rilasciate dagli enti preposti allo smaltimento.