



## COMUNE DI MAROSTICA

Provincia di Vicenza

Via L. Tempesta, 17 36063 MAROSTICA (VI)

C.F. 82000830248 P.IVA 00255650244

LAVORO

### REALIZZAZIONE DELLA SEDE DELLA PROTEZIONE CIVILE **2° STRALCIO** PALAZZINA PER SERVIZI

PROGETTO  
ARCHITETTONICO



FRANCESCA FURLANETTO architetto  
Borgo Cattanei 39 31048 San Biagio di Callalta (Tv)  
P.IVA 03533870261 - Tel. 348 3049386 - archeduemila@gmail.com

PROGETTO  
IMPIANTO TERMICO



FARINA ENGINEERING s.r.l.  
Via Motton 59 36061 Bassano del Grappa (Vi)  
P.IVA 02897680241 - Tel. 0424510048 - info@farinaengineering.com



ALLEGATO

# E<sub>4</sub>

### **PROGETTO ESECUTIVO**

Capitolato Speciale d'Appalto Impianti elettrici e speciali  
Parte Tecnica

DATA

settembre 2016

## INDICE

1	NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO .....	5
2	SPECIFICHE DI DISCIPLINA CONTRATTUALE - PRESCRIZIONI INTEGRATIVE GENERALI DI APPALTO.....	7
2.1	INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO .....	7
2.2	DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO .....	7
2.3	CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA FORNITURA.....	8
2.4	OBBLIGHI ED ONERI DELL'APPALTATORE .....	9
2.4.1	NOTE GENERALI.....	9
2.4.2	ONERI DI CANTIERE .....	9
2.4.3	DISEGNI DI CANTIERE E DI MONTAGGIO.....	10
2.4.4	PARTICOLARI ESECUTIVI, DI CANTIERE E DI OFFICINA .....	12
2.4.5	DOCUMENTAZIONE PER PRATICHE BUROCRATICHE .....	12
2.4.6	SCELTA ED APPROVAZIONE DEI MATERIALI .....	13
2.4.6.1	QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI .....	13
2.4.6.2	LIVELLO DI QUALITÀ DEI MATERIALI - MARCHE DI RIFERIMENTO .....	13
2.4.6.3	SCELTA ED APPROVAZIONE DEI MATERIALI DA PARTE DELLA D.L. ....	15
2.4.6.4	CAMPIONATURA APPARECCHIATURA ELETTRICA.....	16
2.4.6.5	COLLAUDI IN FABBRICA.....	16
2.4.6.6	MATERIALI IN CANTIERE .....	16
2.4.6.7	OPERE DA RICOPRIRE.....	17
2.4.7	DOCUMENTAZIONE FINALE .....	17
2.4.7.1	NOTE GENERALI.....	17
2.4.7.2	DISEGNI FINALI .....	17
2.4.7.3	MANUALI D'USO E MANUTENZIONE .....	17
2.4.7.4	SCHEMI.....	18
2.4.7.5	LISTE RICAMBI, MATERIALI DI CONSUMO ED ATTREZZI .....	18
2.4.7.6	NULLA OSTA.....	18
2.4.7.7	DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ .....	18
2.4.8	TARATURE, PROVE E COLLAUDI .....	18
2.4.9	BUONE REGOLE DELL'ARTE.....	19
2.5	VERIFICHE E PROVE DA PREVEDERE.....	20
2.5.1	CONSISTENZA DELLE VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI .....	20
2.5.1.1	NOTE GENERALI.....	20

2.5.1.2	VERIFICHE IN OFFICINA E PROVE IN FABBRICA .....	20
2.5.1.3	VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA .....	20
2.5.1.4	PERIODO DI MESSA A PUNTO E TARATURA.....	21
2.6	COLLAUDI .....	21
2.6.1	COLLAUDO PROVVISORIO .....	21
2.6.2	COLLAUDO FINALE .....	22
3	IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI .....	24
3.1	DEFINIZIONE TECNICO ECONOMICA DELL'APPALTO .....	24
3.2	RISPETTO DELLA NORMATIVA VIGENTE .....	24
3.3	NORMATIVA.....	25
3.3.1	NORME CEI .....	25
3.3.2	ALTRE DISPOSIZIONI RELATIVE GLI IMPIANTI ELETTRICI .....	27
3.3.3	LEGGI E DECRETI .....	27
3.3.4	PRESCRIZIONI DI ENTI.....	27
3.3.5	CARATTERISTICHE E REQUISITI GENERALI DEI MATERIALI .....	27
3.3.6	PRESCRIZIONI TECNICHE .....	28
3.4	APPARECCHIATURE DA IMPIEGARE.....	29
3.4.1	CANALIZZAZIONI E LINEE D'ALIMENTAZIONE IN CAVO IN BASSA TENSIONE .....	29
3.4.1.1	IDENTIFICAZIONE DEI CONDUTTORI .....	29
3.4.1.2	DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI .....	31
3.4.1.2.1	SEZIONI MINIME E CADUTE DI TENSIONE AMMESSE .....	31
3.4.1.2.2	SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI DI NEUTRO .....	31
3.4.1.2.3	SEZIONE DEI CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE .....	31
3.4.1.2.4	PROPAGAZIONE DEL FUOCO LUNGO I CAVI.....	32
3.4.1.3	PROVVEDIMENTI CONTRO IL FUOCO.....	32
3.4.1.4	COMPARTIMENTAZIONI REI.....	32
3.4.1.5	PROBLEMI CONNESSI ALLO SVILUPPO DI GAS TOSSICI E CORROSIVI..	33
3.4.1.6	CAVO FM9 .....	33
3.4.1.7	CAVO FG7(O)M1 0,6/1KV .....	33
3.4.1.8	CAVO FG10(O)M1 0,6/1KV CEI 20-45 .....	34
3.4.1.9	PROTEZIONI MECCANICHE E MODALITÀ DI POSA .....	34
3.4.1.10	MARCATURE DEI CAVI .....	35
3.4.1.11	MARCATURE DEI CAVIDOTTI E DELLE SCATOLE.....	35
3.4.1.12	GIUNZIONI E DERIVAZIONI DEI CAVI.....	35
3.4.1.13	CASSETTE E SCATOLE DI DERIVAZIONE.....	36
3.4.1.14	TUBAZIONI A VISTA O SOTTOTRACCIA.....	36

3.4.1.15	INSTALLAZIONE DELLE TUBAZIONI PLASTICHE A VISTA .....	38
3.4.1.16	POSA SOSPESA ALLE MURATURE E/O STRUTTURE DEI PREFABBRICATI .....	38
3.4.1.17	CANALETTE E CANALI PORTA CAVI .....	38
3.4.1.18	POSA DEI CAVI NEI CANALI.....	39
3.4.1.19	POSA DEI CAVI SU SCALE E PASSARELLE .....	40
3.4.1.20	POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI .....	40
3.4.1.21	POSA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN CUNICOLI PRATICABILI .....	40
3.4.1.22	POSA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN TUBAZIONI INTERRATE, O IN CUNICOLI NON PRATICABILI .....	41
3.4.1.23	PROVE IN CORSO D'OPERA E/O IN SEDE DI COLLAUDO: .....	42
3.4.2	QUADRI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE .....	42
3.4.2.1	STRUTTURA .....	43
3.4.2.2	CABLAGGIO DEI QUADRI ELETTRICI.....	43
3.4.2.3	MARCATURE .....	45
3.4.2.4	MORSETTIERE .....	45
3.4.2.5	MESSA A TERRA (QUADRI IN CARPENTERIA METALLICA).....	46
3.4.2.6	SCHEMI.....	46
3.4.2.7	SICUREZZA DEL PERSONALE PREPOSTO ALLA MANOVRA .....	46
3.4.3	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRECTI .....	47
3.4.3.1	ELEMENTI DI UN IMPIANTO DI TERRA .....	47
3.4.3.2	SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI .....	48
3.4.3.2.1	CONDUTTORI DI PROTEZIONE .....	48
3.4.3.2.2	CONDUTTORI DI TERRA .....	49
3.4.3.3	PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LOCALI SERVIZI IGIENICI .....	49
3.4.3.3.1	APPARECCHI AMMESSI .....	49
3.4.3.3.2	COLLEGAMENTO EQUIPOTENZIALE NEI LOCALI DA BAGNO .....	50
3.4.3.3.3	ALIMENTAZIONE NEI LOCALI DA BAGNO .....	50
3.4.3.3.4	CONDUTTURE ELETTRICHE NEI LOCALI DA BAGNO .....	51
3.4.4	PROTEZIONE DELLE CONDUTTURE ELETTRICHE .....	51
3.4.5	DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI .....	52
3.4.5.1	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE .....	52
3.4.5.1.1	ASSEGNAZIONE DEI VALORI D'ILLUMINAZIONE.....	52
3.4.5.1.2	TIPO D'ILLUMINAZIONE (O NATURA DELLE SORGENTI) .....	52
3.4.5.1.3	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE .....	53
3.4.5.1.4	UBICAZIONE E DISPOSIZIONE DELLE SORGENTI .....	53

3.4.5.1.5	FLUSSO LUMINOSO EMESSO.....	53
3.4.5.2	ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI DI SICUREZZA.....	53

## **1 NATURA E OGGETTO DELL'APPALTO**

Oggetto dell'intervento è l'esecuzione degli impianti elettrici, elettronici e speciali, in conformità alle attuali disposizioni normative e legislative vigenti per la REALIZZAZIONE DELLA SEDE DELLA PROTEZIONE CIVILE 2° STRALCIO PALAZZINA PER SERVIZI, da edificarsi nel comune di MAROSTICA in provincia di VICENZA

Tutti i lavori elettrici riguardano impianti utilizzatori a tensione nominale inferiore ai 1000V in c.a. e 1500V in c.c., e pertanto rientrano nei sistemi di 1<sup>a</sup> categoria come definita dalla Norma CEI 64-8/1 fasc. 7321C quinta Edizione.

Gli impianti elettrici, di comunicazione e speciali a servizio dell'intervento si possono così elencare:

- impianto equipotenziale e di terra;
- linee di alimentazione in cavo di BT;
- canalizzazioni;
- quadri elettrici;
- impianto distribuzione luce ordinaria;
- impianto di illuminazione di emergenza;
- impianto distribuzione fm;
- predisposizione impianto allarme intrusione;
- predisposizioni generiche;

Le indicazioni di cui sopra, nonché quelle di cui ai precedenti articoli ed i disegni da allegare al contratto, debbono ritenersi come atti ad individuare la consistenza qualitativa e quantitativa delle varie specie d'opere comprese nell'appalto.

In particolare, nella Relazione Tecnica e negli elaborati grafici di progetto, sono riportati i dati tecnici necessari alla costruzione degli impianti perfettamente rispondenti alle specifiche esigenze.

Sono compresi nell'appalto tutti i lavori, le prestazioni, le forniture e le provviste necessarie per dare il lavoro completamente compiuto e funzionante e secondo le condizioni e le prestazioni stabilite dal presente capitolato speciale d'appalto, con le caratteristiche tecniche, qualitative e quantitative previste dal progetto esecutivo con i relativi allegati, con riguardo anche ai particolari di costruzione e ai progetti degli impianti tecnologici, dei quali l'appaltatore dichiara di aver preso completa ed esatta conoscenza.

L'appaltatore dichiara inoltre di aver preso visione e conoscenza dell'intero progetto esecutivo costituito dalle varie sezioni specialistiche:

- Strutture;
- Edile;
- Impianti meccanici;
- Prevenzione incendi;
- Etc.

La esecuzione delle opere richiede indispensabilmente la gestione unitaria del processo tra le varie discipline coinvolte e l'appaltatore assicura, negli oneri propri, la necessaria azione di interfaccia.

## **2 SPECIFICHE DI DISCIPLINA CONTRATTUALE - PRESCRIZIONI INTEGRATIVE GENERALI DI APPALTO**

### **2.1 INTERPRETAZIONE DEL CONTRATTO E DEL CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO**

1. In caso di discordanza tra i vari elaborati di progetto vale la soluzione più aderente alle finalità per le quali il lavoro è stato progettato e comunque quella meglio rispondente ai criteri di ragionevolezza e di buona tecnica esecutiva.

2. In caso di norme del Capitolato Speciale tra loro non compatibili o apparentemente non compatibili, trovano applicazione in primo luogo le norme eccezionali o quelle che fanno eccezione a regole generali, in secondo luogo quelle maggiormente conformi alle disposizioni legislative o regolamentari ovvero all'ordinamento giuridico, in terzo luogo quelle di maggior dettaglio e infine quelle di carattere ordinario.

3. L'interpretazione delle clausole contrattuali, così come delle disposizioni del capitolato speciale d'appalto, è fatta tenendo conto delle finalità del contratto e dei risultati ricercati con l'attuazione del progetto approvato; per ogni altra evenienza trovano applicazione gli articoli da 1362 a 1369 del codice civile.

4. Infine si dispone che gli elaborati a carattere specifico e di dettaglio prevalgono su quelli a carattere generale ed in base a ciò si definisce la seguente scala di prevalenza degli elaborati progettuali:

- disegni di progetto;
- capitolato speciale di appalto;
- relazioni tecniche specialistiche;
- elenco dei prezzi unitari;
- relazioni descrittive.

### **2.2 DOCUMENTI CHE FANNO PARTE DEL CONTRATTO**

Fanno parte integrante e sostanziale del contratto d'appalto, ancorché non materialmente allegati:

- a) il capitolato generale d'appalto approvato con decreto ministeriale 19 aprile 2000, n. 145;
- b) il presente capitolato speciale d'appalto comprese le tabelle allegato allo stesso, ed i materiali in esso richiamati;
- c) tutti gli elaborati grafici del progetto esecutivo, ivi compresi i particolari costruttivi, i progetti delle strutture e degli impianti, le relative relazioni di calcolo;
- d) l'elenco dei prezzi unitari;
- e) il piano di sicurezza e di coordinamento di cui il decreto legislativo del 9 aprile 2008, n.81;

f) il piano operativo di sicurezza di cui all'articolo 31, comma 1-bis, lettera c), legge n. 109 del 1994;

g) il cronoprogramma di cui all'articolo 42 del regolamento generale.

Sono contrattualmente vincolanti tutte le leggi e le norme vigenti in materia di lavori pubblici e in particolare:

a) la legge 20 marzo 1865, n. 2248, allegato F, per quanto applicabile;

b) la legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modifiche e integrazioni;

c) l'articolo 18 della legge 19 marzo 1990, n. 55 e successive modifiche ed integrazioni;

d) il regolamento generale approvato con d.P.R. 21 dicembre 1999, n. 554.

3. Non fanno invece parte del contratto e sono estranei ai rapporti negoziali:

a) il computo metrico e il computo metrico estimativo;

b) le tabelle di riepilogo dei lavori e la loro suddivisione per categorie omogenee, ancorché inserite e integranti il presente capitolato speciale; esse hanno efficacia limitatamente ai fini dell'aggiudicazione per la determinazione dei requisiti soggettivi degli esecutori, ai fini della definizione dei requisiti oggettivi e del subappalto, e, sempre che non riguardino il compenso a corpo dei lavori contrattuali, ai fini della valutazione delle addizioni o diminuzioni dei lavori di cui all'articolo 25 della legge n. 109 del 1994;

### **2.3 CRITERI DI VALUTAZIONE DELLA FORNITURA**

Sono comprese le opere e spese previste ed impreviste necessarie per la fornitura, installazione e messa in opera degli impianti di cui al presente documento, che devono essere consegnati completi di ogni loro parte secondo le prescrizioni tecniche e le migliori regole d'arte.

Gli impianti alla consegna devono essere in condizioni di perfetto funzionamento e collaudabili, e ciò nonostante qualsiasi deficienza di previsione ancorché, se i relative progetti fossero stati approvati dalla D.L.. Si ricorda espressamente che l'Appaltatore deve obbligatoriamente e senza alcun aumento di prezzo apportate tutte quelle modifiche, integrazioni anche di materiali che dovessero emergere per necessità durante il corso dei lavori e che siano indispensabili al raggiungimento dello scopo prefisso.

Vengono riconosciute economicamente soltanto quelle opere che esulano dagli scopi indicati e che siano ordinate per scritto dalla D.L..

Si stabilisce pertanto che:

- quanto risulta negli elaborati descrittivi e nelle tavole di progetto allegate, definisce in modo necessario e sufficiente l'oggetto dell'appalto e consente alle Ditte Concorrenti una idonea valutazione dell'appalto stesso;
- gli elaborati descrittivi possono anche non comprendere tutti i particolari degli impianti e delle forniture con tutti i magisteri.

L'Appaltatore è tenuto perciò ad eseguire, compresi nel prezzo forfetario contrattuale, tutti i lavori necessari a rendere gli impianti completi di tutti i loro particolari finiti a regola d'arte e

funzionanti la rappresentazione grafica, per quanto accurata, non comprende e non può comprendere tutti i particolari dei lavori e le innumerevoli situazioni inerenti alla posa di tubazioni, linee e canalizzazioni, quali ad esempio curvature per sottopassare e seguire l'andamento di travi ribassati o di pilastri ecc.

D'altra parte, una descrizione per quanto dettagliata, non può essere tanto approfondita da:

- comprendere gli innumerevoli elementi accessori compresi nelle numerose parti degli impianti
- descrivere le funzioni di tutte le singole apparecchiature
- precisare tutte le modalità esecutive delle varie opere
- oggetto dell'appalto è quindi la fornitura e la posa in opera di tutti gli impianti, anche se non esplicitamente indicati nel progetto, necessari per realizzare i fini richiesti nei dati tecnici
- la qualità degli impianti stessi deve corrispondere a quanto di più avanzato il progresso tecnologico ha reso disponibile per impianti del genere
- qualsiasi opera sia indicata anche in uno solo dei documenti di appalto (elaborati dattiloscritti e disegni) deve essere eseguita come se fosse prescritta in tutti i documenti di appalto tranne giudizio dell'E.A.

Si intende che i prezzi unitari di offerta si riferiscono a macchine ed apparecchiature con le caratteristiche tecnico-dimensionali indicate nel progetto. Pertanto nell'elaborazione dell'offerta e successivamente nell'installazione si deve far riferimento esclusivamente a quanto risulta nel progetto stesso. L'Appaltatore ha comunque la responsabilità del corretto funzionamento dell'impianto ed ha l'onere della verifica di tutti i calcoli e dimensionamenti di progetto.

## **2.4 OBBLIGHI ED ONERI DELL'APPALTATORE**

### **2.4.1 NOTE GENERALI**

Si intendono a carico dell'Appaltatore, e quindi compresi nei compensi del contratto di fornitura, tutti i seguenti oneri necessari per dare gli impianti ultimati e funzionanti.

### **2.4.2 ONERI DI CANTIERE**

Sono a completo carico dell'Appaltatore tutti gli allacciamenti, approvvigionamenti, opere e relativi consumi per la conduzione del cantiere e l'esecuzione delle opere in appalto e i seguenti ulteriori oneri:

- smontaggio di eventuali apparecchiature installate provvisoriamente e rimontaggio secondo il progetto esecutivo
- montaggio e rimontaggio di apparecchiature che, a giudizio insindacabile della D.L., possono compromettere la buona esecuzione di altri lavori in corso

- protezione mediante fasciature, copertura ecc. degli apparecchi e di tutte le parti degli impianti per difenderli da rotture, guasti, manomissioni ecc, in modo che a lavoro ultimato il materiale sia consegnato come nuovo operazioni di pulizia, ripristini e verniciatura che dovessero essere ripetuti in conseguenza di esecuzione ritardata di impianti e modifiche per aderire alle prescrizioni di Capitolato
- pulizie interne ed esterne di tutte le apparecchiature, i componenti e le parti degli impianti, secondo le modalità prescritte dai costruttori, dalla D.L., dal Capitolato Tecnico o dalla migliore tecnica, prima della messa in funzione
- montaggio e smontaggio di tutte le apparecchiature che per l'esecuzione della verniciatura finale richiedessero una tale operazione
- fornitura e manutenzione in cantiere e nei locali ove si svolge il lavoro di quanto occorre per l'ordine e la sicurezza, come: cartelli di avviso, segnali di pericolo diurni e notturni, protezioni e quant'altro venisse particolarmente indicato dalla D.L. a scopo di sicurezza
- fornitura di tutto quanto necessario per eseguire le prove e i collaudi degli impianti (operai, mezzi d'opera, energia, acqua, ecc.)
- oneri di raccolta, differenziazione e smaltimento dei materiali di risulta o degli imballaggi secondo le norme localmente vigenti.

#### 2.4.3 DISEGNI DI CANTIERE E DI MONTAGGIO

ENTRO TRENTA GIORNI dopo la consegna dei lavori la Ditta dovrà presentare alla DL, per approvazione i disegni di cantiere relativi all'installazione dei vari componenti e apparecchiature, completi di particolari di montaggio, con la posizione precisa delle varie apparecchiature, gli ingombri, ecc.

Parte dei disegni, se la Ditta lo riterrà opportuno, saranno quelli di progetto, eventualmente riveduti, corretti e integrati con le modifiche concordate con la DL, o che la Ditta ritenga di adottare per una migliore riuscita del lavoro.

E' a carico della Ditta la verifica della compatibilità degli impianti a proprio carico con quelli eseguiti o da eseguire a cura di altre Ditte (in particolare quelli termoidrosanitari, di riscaldamento e di condizionamento).

E' fatto assoluto divieto alla Ditta di intraprendere l'esecuzione di un'opera, se non approvata esplicitamente dalla DL dopo presentazione di elaborati grafici, da cui sia possibile dedurre la consistenza e le modalità esecutive.

In particolare i disegni dovranno comprendere almeno:

- piante con la disposizione delle apparecchiature relative ai vari impianti (scala 1:100 e 1:50);
- percorsi dei cavidotti con sezione tipo e particolari di ancoraggio e sospensione delle canalizzazioni (scala 1:100 e 1:10);

- particolari tipo dell'esecuzione degli impianti (scala 1:20);
- tabelle e/o diagrammi coordinamento protezioni dei circuiti elettrici, contenenti i dati dei dispositivi di protezione, dei relativi dati di taratura e i valori selezionati, i valori delle correnti di cortocircuito, le curve di intervento e le funzioni di soccorso (back up);
- tabelle di confronto da cui si evince la protezione delle condutture contro i cortocircuiti e i sovraccarichi;
- documenti di disposizione funzionale impianti speciali;
- schemi delle apparecchiature assiemate di protezione e di misura (quadri) contenenti indicazioni relative a:
  - tensione nominale d'isolamento e di utilizzazione;
  - frequenza nominale;
  - livello di tenuta al cortocircuito;
  - portata nominale delle sbarre;
  - tipi di interruttori e/o fusibili;
  - corrente nominale degli interruttori e/o fusibili;
  - potere di interruzione degli interruttori;
  - caratteristiche dei TA;
  - sigla dei componenti;
  - disposizione apparecchiature;
  - sigla e tipo delle utenze alimentate;
  - sigla dei cavi;
  - specifiche di cablaggio (vedi norma CEI 3-33);
  - dimensioni e prospetti delle carpenterie.

Devono pertanto essere confrontati i disegni dell'impiantista elettrico con quelli dell'impiantista termofluidico per definire le zone interessate da ciascuna rete:

- l'indicazione sui disegni dei carichi statici e dinamici delle utenze principali, le potenze e le caratteristiche delle stesse, le modalità di montaggio e di ancoraggio alle strutture;
- disegni quotati per la realizzazione di opere murarie necessarie quali ad esempio basamenti, cunicoli, ecc.

Tutti i disegni di dettaglio e di montaggio, una volta approvati dalla D.L., sono considerati integrativi del progetto originale esecutivo.

Modifiche e lavori non previsti possono succedersi varie volte nel corso dei lavori e l'Appaltatore deve procedere ai successivi aggiornamenti del progetto senza pretendere alcun indennizzo aggiuntivo.

L'Appaltatore può redigere il proprio progetto in fasi successive e concordate con la D.L.. Tali fasi devono risultare in seguito all'esame del Programma Lavori dettagliato sottoposto dall'Appaltatore ed accettato dalla D.L.

Gli elaborati per l'approvazione vanno consegnati alla D.L. in triplice copia; una viene restituita firmata ed approvata, oppure approvata con riserva oppure respinta. In quest'ultimo caso l'Appaltatore non può procedere con i relativi lavori, ma deve sottoporre nuovi elaborati ed è responsabile per i ritardi che ci potranno essere rispetto al Programma Lavori concordato.

Nel caso dell'approvazione con riserva deve apportare le modifiche richieste e quindi procedere nel lavoro.

E' comunque stabilito che l'Appaltatore non può procedere ad alcun lavoro se non è in possesso dei relativi disegni di progetto e di cantiere approvati e firmati dalla D.L..

Si precisa che tutte le approvazioni non corresponsabilizzano minimamente la D.L., sul buon funzionamento degli impianti e sulla rispondenza degli stessi in termini di collaudo in corso d'opera e finale, la cui responsabilità resta completamente a carico dell'Appaltatore.

#### 2.4.4 PARTICOLARI ESECUTIVI, DI CANTIERE E DI OFFICINA

È pure compito dell'Appaltatore fornire tutti i disegni costruttivi necessari per le opere inerenti gli impianti, per esempio basamenti, pozzetti, ecc. compresi i relativi calcoli strutturali, timbrati e firmati a cura del progettista esecutivo delle opere.

Tali disegni devono essere consegnati alla D.L. in triplice copia ed in base al Programma Lavori, considerando il tempo di approvazione da parte della D.L..

L'Appaltatore deve anche presentare all'approvazione della D.L. i sistemi di ancoraggio, di sospensione ed il mensolame per il sostegno delle tubazioni, delle canalizzazioni e delle varie linee.

#### 2.4.5 DOCUMENTAZIONE PER PRATICHE BUROCRATICHE

È compito dell'Appaltatore:

- redigere progetti, calcoli, relazioni, disegni e qualunque altro elaborato necessario per ottenere tutte le licenze, approvazioni, autorizzazioni e collaudi da parte dei competenti Enti di controllo (Comune, W.F., ISPESL, ecc.);
- fornire certificazioni ed omologazioni necessarie durante l'esecuzione delle opere a giudizio della D.L. e secondo quanto richiesto dal presente Capitolato e dalla Normativa Vigente
- fornire alla D.L. la suddetta documentazione nel numero di copie richieste da inoltrare agli Enti di controllo;
- seguire le pratiche fino al completamento dell'iter burocratico;
- sostenere le spese per l'esame dei progetti da parte dei vari Enti e quelle per gli eventuali professionisti che firmeranno i documenti;

- rilasciare una dichiarazione che riepiloghi tutte le apparecchiature soggette ad omologazione. Detta dichiarazione deve elencare: tipo di dispositivo, marca, numero di omologazione, termine di validità.

## 2.4.6 SCELTA ED APPROVAZIONE DEI MATERIALI

### 2.4.6.1 QUALITÀ E PROVENIENZA DEI MATERIALI

Tutti i materiali impiegati devono rispondere alle norme EN, UNI, CNR, CEI, di prova e di accettazione, ed alle tabelle UNEL in vigore, nonché, alle altre norme e prescrizioni richiamate nel presente Capitolato. Resta comunque stabilito che tutti i materiali, componenti e le loro parti, opere e manufatti, devono risultare rispondenti alle norme emanate dai vari organi, enti ed associazioni che ne abbiano titolo, in vigore al momento dell'aggiudicazione dei lavori o che vengano emanate prima dell'ultimazione dei lavori stessi. Ogni approvazione rilasciata dalla D.L. non costituisce implicita autorizzazione in deroga alle norme facenti parte degli elaborati contrattuali, a meno che tale eventualità non venga espressamente citata e motivata negli atti approvativi,

### 2.4.6.2 LIVELLO DI QUALITÀ DEI MATERIALI - MARCHE DI RIFERIMENTO

I materiali, la posa in opera e in generale tutti gli impianti elettrici dovranno uniformarsi alle prescrizioni derivanti dal presente CSA e dall'insieme degli elaborati progettuali, ferma restando l'osservanza delle norme di legge, del CEI e delle tabelle UNEL.

La Ditta dovrà fornire materiali corredati di marchio CEI (laddove sia previsto) o di Marchio Italiano di Qualità (in quanto esista per la categoria di materiale considerata). I marchi riconosciuti nell'ambito CEE saranno considerati equivalenti ai corrispondenti marchi CEI e IMQ.

Qualora nel corso dei lavori la normativa tecnica fosse oggetto di revisione, la Ditta è tenuta a darne immediato avviso alla D.L. e a concordare quindi le modifiche per l'adeguamento degli impianti alle nuove prescrizioni.

Si indicano nel seguito alcune marche delle apparecchiature principali che si ritengono rispondenti alle caratteristiche tecniche elencate, allo standard qualitativo richiesto ed alle esigenze del Committente, tale elenco serve comunque per fissare il livello minimo qualitativo degli impianti che dovranno essere realizzati.

La Ditta è libera di scegliere nell'ambito delle marche elencate, in quanto esse saranno comunque approvate dalla D.L., salvo approvazione ulteriore degli specifici articoli appartenenti alla marca prescelta.

La Ditta è altresì libera di offrire marche diverse da quelle elencate, che saranno però soggette all'approvazione della D.L., che potrà accettarle o rifiutarle qualora non le ritenga, a suo giudizio insindacabile, di caratteristiche adeguate.

Nel caso di marche diverse da quelle elencate, per le apparecchiature di illuminazione, la Ditta dovrà comunque fornire elaborati di calcolo illuminotecnici per ogni ambiente interessato tali da soddisfare i requisiti specificati nei dati di progetto ed indicati nell'elaborato "Verifiche illuminotecniche" allegate al presente progetto esecutivo.

Nel caso di marche diverse da quelle elencate, per le apparecchiature di protezione, quadri elettrici, tipo di cavi, formazione dei circuiti, modalità di posa delle linee elettriche, la Ditta dovrà comunque fornire elaborati di calcolo tali da soddisfare i requisiti specificati nei dati di progetto e verificati nell'elaborato "Verifiche reti elettriche" allegate al presente progetto esecutivo.

#### QUADRI DI BASSA TENSIONE

SCHNEIDER ELECTRIC

ABB

BTICINO

SIEMENS

#### APPARECCHIATURE DI TIPO SCATOLATO E APERTO

SCHNEIDER ELECTRIC

ABB

BTICINO

SIEMENS

#### APPARECCHIATURE MODULARI

SCHNEIDER ELECTRIC

ABB

BTICINO

SIEMENS

#### CAVI E CAVI SPECIALI

PIRELLI

CEAT

ARISTON

#### TUBAZIONI IN PVC

DIELECTRIX

INSET

#### CANALIZZAZIONI IN PVC

BOCCHIOTTI

CANALPLAST

GEWISS

#### APPARECCHI ILLUMINANTI

3F FILIPPI

DISANO FOSNOVA

NOVALUX

ESSE-CI  
PRISMA  
REATTORI ELETTRONICI  
OSRAM  
PHILIPS  
APPARECCHIATURE DI TIPO CIVILE  
BTICINO (SERIE LIVING INTERNATIONAL)  
VIMAR (SERIE IDEA)  
GEWISS (SERIE PLAYBUS)  
APPARECCHI PER SEGNALETICA E ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA  
OVA  
BEGHELLI  
PROTEZIONI DA SOVRATENSIONI  
DEHN  
CON.TRADE  
OBO CARPANETO SATI  
BARRIERE TAGLIAFIAMMA  
PIRELLI  
OBO CARPANETO SATI  
UPS  
APC  
EMERSON  
RIELLO

#### 2.4.6.3 SCELTA ED APPROVAZIONE DEI MATERIALI DA PARTE DELLA D.L.

ENTRO DIECI GIORNI dopo la consegna dei lavori la Ditta dovrà sottoporre ad approvazione della DL le marche ed i modelli delle apparecchiature, nonché dei componenti da impiegare.

I risultati delle scelte verranno regolarmente verbalizzati e saranno vincolanti per la Ditta.

Successivamente, prima della posa in opera, i materiali dovranno essere campionati ed accettati dalla DL, in cantiere.

L'approvazione dei materiali non esonera però la Ditta dalle responsabilità inerenti a difetti e a cattivo funzionamento che dovessero riscontrarsi durante l'esecuzione dei lavori o all'atto del collaudo.

Qualora la DL rifiuti dei materiali, ancorché messi in opera, perché essa a suo giudizio insindacabile li ritiene per qualità, lavorazione e funzionamento non adatti alla perfetta riuscita degli impianti e quindi non accettabili, la Ditta dovrà immediatamente, a sua cura e spese, allontanare dal cantiere i materiali stessi e sostituirli con altri che soddisfino alle condizioni prescritte.

#### 2.4.6.4 CAMPIONATURA APPARECCHIATURA ELETTRICA

Il Committente e la DL, si riservano di richiedere durante il corso dei lavori una campionatura dei materiali e delle apparecchiature elettriche da installare, prima della loro posa in opera.

Inoltre per alcune apparecchiature specifiche dovranno essere realizzati dei prototipi, in base alle indicazioni che saranno fornite in sede di DL,

In particolare si stabilisce sin d'ora che dovranno essere realizzate le seguenti campionature:

- \* apparecchi illuminanti normali e di sicurezza con i relativi accessori;
- \* cavidotti, tubazioni, canali, ecc., completi di staffe di fissaggio;
- \* cavi e cavi speciali, nelle varie tipologie utilizzate;
- \* prese e quadretti di utilizzazione;
- \* componenti impianto rivelazione incendio;
- \* componenti impianto diffusione sonora;
- \* componenti impianto televisivo;
- \* componenti sistema di chiamata infermieristica;

#### 2.4.6.5 COLLAUDI IN FABBRICA

Le apparecchiature speciali, macchine e componenti funzionali vanno sottoposti a prove/collaudi in fabbrica. L'Appaltatore deve informare la D.L. tre settimane prima della data di esecuzione per permetterne l'eventuale presenza, è comunque tenuto a redigere il Verbale di Collaudo in Fabbrica che va a far parte della documentazione finale.

#### 2.4.6.6 MATERIALI IN CANTIERE

Dopo il loro arrivo in cantiere tutti i materiali, le apparecchiature ed i componenti da impiegare nell'esecuzione degli impianti devono essere approvati dalla D.L. che ne verifica la rispondenza al verbale e alle prescrizioni contrattuali.

L'approvazione da parte della D.L. nulla toglie alla responsabilità dell'Appaltatore sull'esecuzione dei lavori, sulla rispondenza delle opere eseguite alle norme contrattuali e sul buon funzionamento degli impianti.

La D.L. ha la facoltà di rifiutare quei materiali o componenti, o apparecchiature che, anche se già posti in opera, non abbiano ottenuto l'approvazione di cui sopra o non rispondano alle norme contrattuali.

La D.L. può pertanto a suo insindacabile giudizio ordinare la sostituzione degli impianti non conformi, restando inteso che tutte le spese per tale sostituzione sono a carico dell'Appaltatore.

#### 2.4.6.7 OPERE DA RICOPRIRE

L'Appaltatore deve dare piena opportunità alla D.L. di verificare, misurare e prevedere qualsiasi opera prima che sia ricoperta o comunque posta fuori vista, notificandolo per iscritto almeno con 72 ore di anticipo. La D.L. darà corso alla verifica, misura e prova, a meno che notifichi all'Appaltatore di non considerarlo necessario.

#### 2.4.7 DOCUMENTAZIONE FINALE

##### 2.4.7.1 NOTE GENERALI

A lavori ultimati, in coincidenza del Certificato di Ultimazione Lavori, l'Appaltatore deve fornire la documentazione finale qui sotto elencata.

La mancata consegna di tale documentazione rende l'Appaltatore responsabile per i conseguenti ritardi che vi possano essere rispetto al Programma Lavori.

##### 2.4.7.2 DISEGNI FINALI

I disegni finali di cantiere, aggiornati e perfettamente corrispondenti agli impianti realizzati, con l'indicazione del tipo e delle marche di tutte le apparecchiature, componenti e materiali installati. Particolare cura va riservata al posizionamento esatto, in piante e nelle sezioni, degli impianti. Quantità (se non diversamente indicato):

- n. 3 copie in carta entro robuste cartelle in plastica per una facile consultazione ed una buona conservazione
- n. 1 copia su supporto informatico.

##### 2.4.7.3 MANUALI D'USO E MANUTENZIONE

Tutte le norme, le istruzioni per la conduzione e la manutenzione degli impianti e delle singole apparecchiature, secondo le istruzioni date dalla D.L..

Si vuole qui precisare che non si tratta di generiche informazioni, ma precise documentazioni di ogni apparecchiatura con fotografie, disegni, schemi ed istruzioni per messa in marcia, funzionamento, manutenzione, smontaggio, installazione e taratura.

Tutto ciò perfettamente ordinato, con un indice preciso ed analitico per l'individuazione rapida delle apparecchiature ricercate.

Quantità (se non diversamente indicato):

- n. 3 copie. Ogni copia è costituita da uno o più volumi rilegati con copertina in pesante cartone plastificato.

#### 2.4.7.4 SCHEMI

In ogni locale cabina, locali quadro di zona/piano, locali armadi dati, locali centrali impianti speciali e negli altri locali tecnici vanno forniti ed installati a parete, con apposito pannello protetto da plexiglas, gli schemi delle relative apparecchiature ed impianti.

Tipo e caratteristiche dei pannelli sono da concordare con la D.L.. Gli schemi sono in copia eliografica. Qualora non fosse possibile installare disegni su pannelli, vanno forniti entro robuste cartelle di plastica. Questi disegni sono da considerarsi in aggiunta a quelli precedentemente richiesti

#### 2.4.7.5 LISTE RICAMBI, MATERIALI DI CONSUMO ED ATTREZZI

Una lista completa delle parti di ricambio consigliate per un periodo di conduzione di due anni, con la precisa indicazione di marche, numero di catalogo, tipo e riferimento ai disegni.

- Accanto al nome di ogni singola ditta fornitrice di materiali deve essere riportato indirizzo, numero di telefono e, possibilmente, di telex e fax, al fine di reperire speditamente le eventuali parti di ricambio;
- una lista completa di materiali di consumo, con precisa indicazione di marca, tipo e caratteristiche tecniche;
- una lista completa di attrezzi, utensili e dotazioni di rispetto necessari alla conduzione ed ordinaria manutenzione, ivi inclusi eventuali attrezzi speciali per il montaggio e smontaggio degli impianti.

#### 2.4.7.6 NULLA OSTA

Nulla osta degli Enti preposti alla operatività degli impianti.

#### 2.4.7.7 DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ

La dichiarazione di conformità degli impianti realizzati in accordo alle prescrizioni del Decreto Ministeriale n. 37 del 22 gennaio 2008.

#### 2.4.8 TARATURE, PROVE E COLLAUDI

Devono essere effettuate le operazioni di taratura, regolazione e messa a punto di ogni parte dell'impianto. E' compito dell'Appaltatore:

- eseguire i collaudi ordinati dalla D.L e/o dal Collaudatore.
- eseguire tutte le prove e collaudi previsti. L'Appaltatore deve informare per iscritto la D.L., con almeno una settimana di anticipo, quando l'impianto è predisposto per le prove in corso d'opera e per le prove di funzionamento
- sostenere le spese per i collaudi provvisori e definitivi, restando escluso solo l'onorario per il Collaudatore ufficiale

- mettere a disposizione della D.L. e/o del Collaudatore gli apparecchi e gli strumenti di misura e controllo e la necessaria mano d'opera per le misure e le verifiche in corso d'opera ed in fase di collaudo dei lavori eseguiti.

Elenco strumenti indispensabili (elenco avente carattere indicativo e non esaustivo):

- Apparecchio per la prova di continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali;
- Misuratore della resistenza d'isolamento;
- Misuratori della resistenza o dell'impedenza dell'anello di guasto;
- Apparecchiatura per la misura della resistenza di terra con metodo volt-amperometrico e relativa attrezzatura;
- Apparecchiatura per la misura delle tensioni di contatto e di passo;
- Apparecchio per il controllo della funzionalità degli interruttori differenziali;
- Amperometro a pinza ad alta sensibilità per la misura delle correnti di primo guasto e della ripartizione dei carichi sulle fasi;
- Multimetri analogici o digitali;
- Calibro;
- Dito e filo di prova;
- Luxmetro in classe di precisione "A".

I suddetti strumenti di misura devono essere corredati dei relativi certificati di taratura.

Nel periodo fino alla consegna l'onere di conduzione e manutenzione degli impianti e dell'addestramento del personale dell'E.A. è a carico dell'Appaltatore (con esclusione dei costi dell'energia, gas, acqua, ecc).

Dopo la consegna l'onere della conduzione è a carico dell'E.A., salvo contratto specifico integrativo con l'Appaltante.

L'esito favorevole di prove e verifiche non esonera l'Appaltatore da ogni responsabilità nel caso che, nonostante i risultati ottenuti, non si raggiungano i prescritti requisiti nelle opere finite.

#### 2.4.9 BUONE REGOLE DELL'ARTE

Gli impianti devono essere realizzati, oltre che secondo le prescrizioni del presente capitolato, anche secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le norme più o meno codificate di corretta esecuzione dei lavori.

Ad esempio tutte le rampe di tubazioni devono avere gli assi allineati; i collettori devono avere gli attacchi raccordati e gli assi dei volantini delle valvole d'esclusione delle linee in partenza e/o arrivo devono essere allineati; tutti i rubinetti di sfiato di tubazioni o serbatoi devono essere in posizione facilmente accessibile, senza necessità d'uso di scale o altro; tutti i serbatoi, le pompe, le apparecchiature di regolazione, i collettori e le varie tubazioni in arrivo/partenza devono essere provvisti di targa d'identificazione in plexiglas, con tutte le

indicazioni necessarie (circuito, portata, prevalenza, capacità ecc.) e così via. Tutto quanto sopra è ovviamente compreso nel prezzo di appalto dei lavori.

## **2.5 VERIFICHE E PROVE DA PREVEDERE**

Le verifiche e prove da prevedere sono le seguenti:

**a) verifiche e prove preliminari**

- verifiche in officina e prove in fabbrica
- verifiche e prove in corso d'opera
- messa a punto e taratura

**b) verifiche e prove definitive.**

Tutte le verifiche e prove devono essere fatte a cura dell'Appaltatore in contraddittorio con la D.L., e alla presenza dei Collaudatori in corso d'opera o della Commissione di Collaudo (se costituita).

### 2.5.1 CONSISTENZA DELLE VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI

#### 2.5.1.1 NOTE GENERALI

In linea generale consistono nella verifica qualitativa e quantitativa dei materiali e nelle prove di funzionamento dei singoli apparecchi sia in corso d'opera che al termina dei lavori.

Tali verifiche preliminari sono eseguite utilizzando personale ed attrezzature messa a disposizione dell'Appaltatore.

Gli oneri per tali verifiche sono inclusi nell'importo del contratto.

#### 2.5.1.2 VERIFICHE IN OFFICINA E PROVE IN FABBRICA

Vengono effettuate alla presenza della D.L. ed hanno per oggetto la verifica dello stato di avanzamento delle forniture, con possibilità di collaudo di alcuni componenti.

La D.L. deve godere di libero accesso alle officine e/o fabbriche dell'Appaltatore e dei suoi subfornitori.

Le verifiche in officina interessano principalmente l'assemblaggio di parti di impianto prefabbricate.

Per i materiali e le apparecchiature sottoposti a collaudo da parte di Enti ufficiali devono essere forniti i certificati.

#### 2.5.1.3 VERIFICHE E PROVE IN CORSO D'OPERA

##### *I - Impianti elettrici*

Per gli impianti elettrici devono inoltre essere fatte le seguenti prove:

- protezioni:

- verifica della loro adeguatezza e del loro coordinamento; misura delle impedenze dell'anello di guasto
- sicurezza:
  - verifica di tutto l'impianto di terra; misura della resistenza dell'impianto di dispersione
  - verifica della inaccessibilità di parti sotto tensione salvo l'impiego di utensili
  - verifica dell'efficienza delle prese di terra degli utilizzatori
  - verifica dei collegamenti equipotenziali
  - verifica dei livelli di isolamento
  - verifica di funzionamento dei dispositivi differenziali
  - misura e verifica delle tensioni di passo e di contatto, se necessario
- conduttori:
  - verifica dei percorsi, della sfilabilità e del coefficiente di riempimento, delle portate e delle cadute di tensione, prova di isolamento dei cavi fra fase e fase e tra fase e terra in cantiere
  - verifica delle sezioni dei conduttori in funzione dei livelli di corto circuito
- quadri:
  - di isolamento prima della messa in servizio prova di funzionamento di tutte le apparecchiature, degli interblocchi e degli automatismi

#### 2.5.1.4 PERIODO DI MESSA A PUNTO E TARATURA

A montaggi completati ha inizio un periodo di funzionamento degli impianti, durante il quale l'Appaltatore deve provvedere ad effettuare tutte le operazioni di messa a punto, prove e tarature degli impianti secondo la procedura denominata TAB, Testing Adjusting Balancing.

## 2.6 COLLAUDI

### 2.6.1 COLLAUDO PROVVISORIO

Al termine dei lavori, come tale determinato dalla D.L., l'Appaltatore richiederà che sia dato atto dell'avvenuta ultimazione delle opere appaltate; entro trenta giorni naturali da questa data il Direttore dei Lavori procederà al collaudo provvisorio delle opere compiute, verbalizzando in unico contesto ed in contraddittorio con l'Appaltatore e la Committente, gli eventuali difetti di costruzione ed invitando l'Appaltatore ad eliminarli entro un termine da lui ritenuto adeguato, che sarà precisato nel verbale sopraddetto.

In sede di collaudo provvisorio, l'Appaltatore dovrà presentare tutta la documentazione tecnica aggiornata al "come costruito", nonchè le attestazioni delle avvenute denunce e/o collaudi da parte degli enti aventi giurisdizione.

Il favorevole collaudo provvisorio costituirà soltanto la prova della generica buona esecuzione o del generico funzionamento e non quella del raggiungimento delle garanzie prescritte dal Capitolato, nè della perfetta esecuzione e/o del regolare ed ineccepibile funzionamento.

Dalla data del verbale di collaudo provvisorio l'opera si intende consegnata, sempre che non sussistano, a giudizio della D.L., difetti tali da rendere l'opera "non pienamente utilizzabile", fermo restando l'obbligo dell'Appaltatore di procedere nel termine fissato all'eliminazione dei difetti o manchevolezze riportandosi, allora, la data di consegna a quella in cui si sarà verificata l'eliminazione stessa; si tenga altresì presente che l'Appaltatore sarà pure tenuto a fornire tutte le apparecchiature di misurazione dei parametri (distanze, velocità, portate, temperature) richiesti dalla D.L..

In caso d'installazione di sistemi d'emergenza d'alimentazione elettrica, la Direzione lavori si riserva la facoltà di scegliere le prove da effettuare alla presenza di tecnici della Ditta e dell'azienda produttrice del macchinario.

#### 2.6.2 COLLAUDO FINALE

Nei termini previsti dal Capitolato Speciale, e in ogni caso entro un anno dal collaudo provvisorio, saranno effettuati i collaudi finali, che dovranno certificare la perfetta rispondenza delle opere e delle installazioni alle richieste contrattuali.

A tal fine la Committente nominerà uno o più Collaudatori, di norma professionisti diversi sia dal Progettista, sia dal Direttore dei Lavori ed esperti nello specifico settore dei lavori commessi ad ogni Appaltatore e ne comunicherà il nominativo alle controparti. Qualora qualche esame, o prova, non desse risultato soddisfacente a giudizio del Collaudatore, l'Appaltatore dovrà provvedere, entro 30 giorni naturali o nel periodo che sarà concordato, a tutte le modifiche e sostituzioni necessarie per superare il collaudo e ciò senza alcuna remunerazione.

Se i risultati ottenuti non fossero ancora accettabili, la Committente potrà rifiutare le opere o gli impianti, in parte o nella loro totalità.

L'Appaltatore dovrà allora provvedere, a sue spese e nei termini prescritti dal Collaudatore, alle rimozioni e sostituzioni delle opere e dei materiali non accettati per ottenere i risultati richiesti.

la Committente provvederà direttamente ad effettuare i lavori, qualora questo periodo trascorresse infruttuosamente, addebitandone i costi all'Appaltatore.

Sino al collaudo finale delle opere e degli impianti da parte della Committente, l'Appaltatore curerà ed effettuerà la gratuita manutenzione delle proprie opere o impianti anche nel caso in cui la loro conduzione sia affidata a personale incaricato dalla Committente, che dovrà in ogni caso essere informata delle eventuali modifiche o sostituzioni realizzate.

La Committente si riserva il diritto di prendere in consegna anche parzialmente alcune parti delle opere o degli impianti, senza che l'Appaltatore possa pretendere maggiori compensi.

Il collaudo finale non esonera l'Appaltatore dalle sue responsabilità sia di legge sia di garanzia.

### **3 IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI**

#### **3.1 DEFINIZIONE TECNICO ECONOMICA DELL'APPALTO**

Nella Relazione Tecnica allegata e negli elaborati grafici, sono riportati i dati di progetto, al fine di permettere alla Ditta Appaltatrice di fornire impianti perfettamente rispondenti alle specifiche esigenze e conformi alle prescrizioni del presente CSA.

Resta inteso che la Ditta Appaltatrice sarà, in ogni modo, ritenuta unica responsabile dell'adeguatezza e del perfetto funzionamento degli impianti forniti.

Si precisa inoltre che i dati tecnici forniti (sezioni dei cavi, tipi cavi, portata e taratura degli interruttori etc.) indicati a progetto, devono ritenersi puramente indicativi: sarà cura della Ditta Appaltatrice calcolarne l'esatto valore in base alle caratteristiche delle apparecchiature e dei componenti, impiegati per la realizzazione degli impianti. Tale scelta dovrà essere supportata da adeguata relazione di calcolo, accompagnata dalle schede tecniche relative ai materiali impiegati, e sottoposta alla D.L. prima dell'inizio dei lavori.

#### **3.2 RISPETTO DELLA NORMATIVA VIGENTE**

Gli impianti, oggetto dell'appalto, nel loro complesso e nei singoli componenti, dovranno risultare conformi alla legislazione ed alla normativa vigente al momento dell'esecuzione dei lavori stessi, in particolare:

- Normative I.S.P.E.S.L.;
- Normative d'unificazione UNI;
- Norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano);
- Leggi, regolamenti e circolari tecniche che saranno emanati in corso d'opera;
- Normative, Leggi, Decreti Ministeriali regionali o comunali;
- Prescrizioni e raccomandazioni delle A.S.L.;
- Prescrizioni e raccomandazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- Prescrizioni e raccomandazioni in tema di telecomunicazioni;
- Marchio IMQ o di corrispondenti organismi per tutti i materiali elettrici.

Inoltre per tutti i componenti, per i quali dovrà essere prevista "l'omologazione" secondo le prescrizioni vigenti, dovranno essere forniti i relativi certificati. Qualora il fornitore non sia in possesso, per determinati apparecchi, del certificato d'omologazione, dovrà essere fornita una dichiarazione, sottoscritta dal fornitore, nella quale lo stesso indica gli estremi della richiesta d'omologazione e garantisce che l'apparecchio fornito soddisfa a tutti i requisiti prescritti dalla specifica d'omologazione.

Si richiamano le più ricorrenti Norme UNI e C.E.I. cui far riferimento; l'elenco non ha carattere esaustivo:

### 3.3 **NORMATIVA**

#### 3.3.1 NORME CEI

- Norme CEI 11.1 (1987) - CEI 11-8 (1989) - CEI 11-17 (1992) - CEI 11-18 (1983) - CEI 17-13/1 (1990);
- Norme CEI 23-3 Fascicolo 452 – CEI 23-5 - CEI 23-9 - CEI 23-25 Fascicolo 1176
- Norme CEI 23-38 Fascicolo 1026 – Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a bassa sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi;
- Norma 34-22 “apparecchi per l'illuminazione d'emergenza”;
- Norma CEI 64-8 (1992) - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in c.a. e a 1500V in cc;
- Norma CEI 81-10 – protezione della struttura contro i fulmini;
- Norma CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
- Norma CEI 11-17; Impianti di produzione, trasporto e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo;
- Norma CEI 11-27: Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI 11-27/1: Esecuzione dei lavori elettrici. Parte 1: Requisiti minimi di formazione per lavori non sotto tensione su sistemi di Categoria 0, I, II e III e lavori sotto tensione su sistemi di Categoria 0 e I;
- Norma CEI EN 60439-1 CEI 17-13/1; Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS);
- Norma CEI EN 60439-2 CEI 17-13/2; Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri elettrici per bassa tensione). Parte 2: prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
- Norma CEI EN 60439-3 CEI 17-13/3; Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT). Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD);
- CEI-UNEL 35011; Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione (solo cavi non armonizzati);
- CEI-UNEL 35024/1; Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI-UNEL 35024/2; Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria;
- CEI-UNEL 35026; 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
- Norma CEI 20-11; Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi di energia e segnalamento
- Norme CEI 20-19/ varie parti, relative ai cavi con isolamento reticolato e in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V;
- Norme CEI 20-20/ varie parti, relative ai cavi con isolamento in polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- Norma CEI 20-21; Calcolo delle portate dei cavi elettrici. Parte 1 in regime permanente (fattore di carico 100%);
- Norme CEI 20-22/ varie parti, relative alle prove sui cavi e relativi metodi;
- CEI 20-27; Cavi per energia e segnalamento. Sigle di designazione (solo cavi armonizzati 450/750V)

- Norme CEI 20-36/ varie parti, relative ai metodi e alle prove di resistenza al fuoco sui cavi;
- Norma CEI 20-38/1; Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Parte I - Tensione nominale  $U_0/U$  non superiore a 0,6/1 kV
- Norma CEI 20-40; Guida per l'uso di cavi a bassa tensione
- Norma CEI 20-45; Cavi isolati con miscela elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale  $U_0/U$  di 0,6/1 kV
- Norma CEI 20-63; Norme per giunti, terminali ciechi e terminali per esterno per cavi di distribuzione con tensione nominale 0,6/1,0 kV
- Norma CEI 20-65; Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente
- Norma CEI 20-67; Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV
- Norma CEI EN 60898 CEI 23-3; Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari
- Norma CEI 23-39; Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche. Parte 1: Prescrizioni generali
- Norma CEI 23-46; Sistemi di canalizzazione per cavi. Sistemi di tubi. Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati
- Norma CEI 23-51; Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare
- Norma CEI 23-54; Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori
- Norma CEI 23-56; Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche. Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori
- Norma CEI EN 60598-1 CEI 34-21; Apparecchi di illuminazione - Parte I: prescrizioni generali e prove;
- Norma CEI 34-22; Apparecchi di illuminazione. Parte 2-22: Prescrizioni particolari. Apparecchi di emergenza
- Norma CEI EN 60598-2-1 CEI 34-23; Apparecchi di illuminazione - Parte II: apparecchi fissi per illuminazione generale;
- Norma CEI 64-8; Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
- Norma CEI 64-12; Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- Norma CEI 81-3 - Valori medi del numero dei fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato dei Comuni d'Italia, in ordine alfabetico
- Norma CEI EN 50164-1 - CEI 81-5 - Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC)  
Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione
- Norma CEI EN 61663-1 - CEI 81-6 - Protezione delle strutture contro i fulmini - Linee di telecomunicazione. Parte 1: Installazioni in fibra ottica
- Norma CEI EN 61663-2 - CEI 81-9 - Protezione delle strutture contro i fulmini - Linee di telecomunicazione. Parte 2: Linee in conduttori metallici
- Norma CEI EN 62305-1 - CEI 81-10/1 - Protezione contro i fulmini. Parte 1: Principi generali
- Norma CEI EN 62305-2 - CEI 81-10/2 - Protezione contro i fulmini. Parte 2: Valutazione del rischio
- Norma CEI EN 62305-3 - CEI 81-10/3 - Protezione contro i fulmini. Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- Norma CEI EN 62305-4 - CEI 81-10/4 - Protezione contro i fulmini. Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture
- Norma CEI CLC/TR 50469 - CEI 81-11 - Impianti di protezione contro i fulmini. Segni grafici

- Norma CEI EN 50164-3 - CEI 81-12 - Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC). Parte 3: Prescrizioni per gli spinterometri
- Norma CEI 82-25 – Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e Bassa tensione

### 3.3.2 ALTRE DISPOSIZIONI RELATIVE GLI IMPIANTI ELETTRICI

Dovranno inoltre essere rispettate le ultime edizioni delle norme e prescrizioni di seguito riportate:

Norma UNI EN 1838; Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza;

Norma UNI 10779; Impianti di estinzione incendi - Reti di idranti - Progettazione, installazione ed esercizio.

Norma UNI EN12464 "solo consultazione"- Illuminazione di interni nei luoghi di lavoro con luce artificiale; UNI 1838 "applicazione dell'illuminotecnica: illuminazione di emergenza";

Norma UNI 1838 – Applicazioni dell'illuminotecnica. Illuminazione di emergenza;

Norma UNI 10671 – Apparecchi d'illuminazione – Misura dei dati fotometrici e presentazione dei risultati;

Tabelle UNEL per il dimensionamento dei cavi elettrici.

### 3.3.3 LEGGI E DECRETI

D.Lgs. n. 81 del 9 aprile 2008 riguardante la tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro;

Legge n. 186 del 1.3.68 riguardante la produzione di apparecchi elettrici, macchine ed installazioni elettriche.

Legge n. 791 del 18.10.77 riguardante la sicurezza degli apparecchi elettrici.

Allegato I e Allegato II del DPR n. 524 del 08.06.1982 "Principi della segnaletica di sicurezza" e "Colori di sicurezza e colori di contrasto"

DM 22/01/08 n. 37 "Regolamento di attuazione dell' articolo 11, comma 13, lettera a della legge n. 248 del 2005 recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici";

### 3.3.4 PRESCRIZIONI DI ENTI

Prescrizioni e raccomandazioni delle A.S.L.

Prescrizioni e raccomandazioni dell'Ente erogatore energia elettrica

Prescrizioni e raccomandazioni del locale comando dei Vigili del Fuoco

### 3.3.5 CARATTERISTICHE E REQUISITI GENERALI DEI MATERIALI

I materiali occorrenti, per eseguire le opere appaltate, saranno della migliore qualità esistente in commercio, senza difetti, lavorati secondo le migliori regole d'arte e dovranno essere provenienti dalle migliori fabbriche. Prima dell'impiego, in ogni caso, i materiali

dovranno ottenere l'approvazione della D.L., in relazione alla loro rispondenza ai requisiti di qualità, idoneità, durabilità, applicazione etc. stabiliti dal presente Capitolato.

L'Impresa sarà obbligata a prestarsi in ogni tempo, e a sue spese, alle prove alle quali la D.L. riterrà di sottoporre i materiali da impiegare, o anche già impiegati dall'Impresa stessa in dipendenza del presente appalto. Dette prove saranno effettuate da un laboratorio ufficialmente autorizzato, quando ciò sia disposto da leggi, regolamenti e norme vigenti, o manchino in cantiere le attrezzature necessarie. Affinché il tempo richiesto per l'esecuzione di tali prove non abbia ad intralciare il regolare corso dei lavori, l'Impresa dovrà: approvvigionare al più presto in cantiere i materiali da sottoporre a prove di laboratorio; presentare i campioni immediatamente dopo l'affidamento dei lavori; escludere materiali che in prove precedenti abbiano dato risultati negativi o deficienti; in genere, fornire materiali che notoriamente rispondano alle prescrizioni del Capitolato.

Per i materiali già approvvigionati a piè d'opera e riconosciuti non idonei, la Direzione dei Lavori deciderà a suo insindacabile giudizio se essi debbano venire senz'altro scartati oppure se possano ammettersi applicando una adeguata detrazione percentuale sulla loro quantità o sul loro prezzo. Nel primo caso, e nel secondo quando l'Impresa non intenda accettare la detrazione stabilita dalla Direzione Lavori, l'Impresa stessa dovrà provvedere, a proprie spese, all'allontanamento dal cantiere dei materiali dichiarati non idonei entro il termine di tre giorni dalla comunicazione delle decisioni della D.L. In mancanza, potrà provvedere direttamente l'Amministrazione appaltante, a rischio e spese dell'Impresa appaltatrice.

Le decisioni della Direzione dei Lavori, in merito all'accettazione dei materiali, non potranno in alcun caso pregiudicare i diritti dell'Amministrazione appaltante in sede di collaudo.

### 3.3.6 PRESCRIZIONI TECNICHE

#### GENERALITÀ

Gli impianti elettrici saranno realizzati in conformità alle normative ed alla legislazione vigente per gli impianti elettrici. In particolare, dovranno essere soddisfatte tutte le norme C.E.I. applicabili e le relative varianti, nonché tutti i supplementi che dovessero essere emanati prima dell'ultimazione delle opere.

I materiali proposti dall'appaltatore prima dell'inizio delle opere, dovranno essere certificati dal Marchio Italiano di Qualità IMQ o da altro istituto o ente equivalente autorizzato nell'ambito degli stati membri della Comunità Europea.

L'appaltatore, prima dell'inizio delle opere, dovrà proporre l'elenco delle case produttrici dei materiali che intenderà utilizzare, indicandone almeno 2 per ogni singolo componente e garantendo la reperibilità delle parti di ricambio di ciascuno per almeno cinque anni.

Qualora la Direzione Lavori, a suo insindacabile giudizio, dovesse ritenere non adeguate le apparecchiature proposte per qualità o per inosservanza di alcuni requisiti prestazionali, l'Appaltatore dovrà aggiornare l'elenco summenzionato proponendo nuove case produttrici.

L'Appaltatore dovrà fornire tutti i certificati ed i rapporti di collaudo in fabbrica delle apparecchiature più rilevanti (come quadri, cavi d'energia, strumentazione, ecc.); dovrà, inoltre, sottoporre a prove presso un laboratorio ufficiale apparecchiature scelte a campione tra i materiali forniti. I campioni impiegati non potranno, successivamente, essere utilizzati per la realizzazione delle opere e faranno parte integrante dei certificati emessi dal laboratorio ufficiale.

Alla fine del lavoro e prima del collaudo dovranno essere forniti gli schemi elettrici aggiornati di tutti gli impianti installati dalla ditta appaltatrice.

### **3.4 APPARECCHIATURE DA IMPIEGARE**

In quest'articolo sono descritte le principali apparecchiature che la Ditta installatrice dovrà impiegare, con le relative caratteristiche tecniche.

Non necessariamente tutte le apparecchiature descritte troveranno poi effettivo riscontro nel progetto, e ciò per consentire alla D.L. e/o committente di richiedere alla ditta apparecchiature nuove e/o di variante, secondo le esigenze che si manifestino in corso d'Appalto e/o durante l'esecuzione dei lavori, avendone già l'eventuale descrizione in Capitolato.

Se la Ditta intenderà proporre apparecchiature e/o componenti non comprese tra quelle di seguito descritte, ne dovrà illustrare le caratteristiche e prestazioni in maniera dettagliata, con modalità analoghe a quelle di seguito descritte.

#### **3.4.1 CANALIZZAZIONI E LINEE D'ALIMENTAZIONE IN CAVO IN BASSA TENSIONE**

##### **GENERALITA'**

Tutti i cavi ed i conduttori devono essere di costruzione di primaria casa, rispondere alle norme costruttive CEI, alle norme dimensionali UNEL ed essere dotati del Marchio Italiano di Qualità.

##### **3.4.1.1 IDENTIFICAZIONE DEI CONDUTTORI**

I conduttori devono essere identificati come segue:

- mediante colorazione, secondo tabelle UNEL per distinguere fasi, neutro e conduttore di protezione;
- mediante fascette e terminali per distinguere i circuiti e la funzione di ogni conduttore nelle cassette di derivazione e nei quadri.

Le sigle delle fascette devono corrispondere a quelle riportate sui disegni.

In particolare i conduttori isolati o nudi dovranno essere individuati in modo che siano distinte:

- le fasi per i circuiti degli impianti di illuminazione o forza motrice a tre o quattro fili;

- il tipo di utilizzazione per i circuiti corrispondenti a servizi diversi;
- i conduttori di protezione e neutri.

Nella scelta dei colori e della notazione alfanumerica dei conduttori delle fasi e di diversi circuiti, che dovranno essere fatte in accordo con la Direzione Lavori, dovrà essere rispettato quanto prescritto dalla norma CEI 16-4 fascicolo 4658 (1998).

#### Conduttori singoli

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Fase 1	L1	Nero
Fase 2	L2	Marrone
Fase 3	L3	Grigio
Neutro	N	Blu chiaro

#### Apparecchio in corrente alternata

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Fase 1	U	Nero
Fase 2	V	Marrone
Fase 3	W	Grigio

#### Sistema in corrente continua

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Positivo	L+	Rosso
Negativo	L-	Nero
Conduttore med.	M	Blu chiaro

#### Sistema di protezione

Designazione Conduttori	Numerazione Alfanumerica	Colore Guaina
Conduttore di protezione	PE	Giallo verde
Conduttore di protezione terra	TE	Giallo verde
Terra senza disturbi	E	Giallo verde

#### Cavi a più conduttori

Designazione Conduttori	Colore guaina	Colore terminale
F.M.	Verde	Nero
Luce	Verde	Giallo
Comando	Nero	Arancione
Corrente continua	Grigio	+rosso, -nero

Nell'eventualità la Ditta riscontrasse un'effettiva difficoltà di reperimento dei cavi e conduttori nei suddetti colori, dovrà tempestivamente comunicarne notizia alla Direzione Lavori affinché possa essere definito quanto necessario per mantenere l'agevole individuazione dei vari circuiti.

### 3.4.1.2 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI

#### 3.4.1.2.1 SEZIONI MINIME E CADUTE DI TENSIONE AMMESSE

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e della lunghezza dei circuiti (affinché la caduta di tensione complessiva non superi il valore del 4% della tensione alla consegna o sul trasformatore), devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle d'unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse per i conduttori di rame sono:

- 0,75 mmq per i circuiti di segnalazione e telecomando;
- 1,5 mmq per illuminazione di singoli corpi illuminanti o prese dotate di trasformatore di sicurezza o singoli utilizzatori con potenza inferiore ad 1,5 kW.
- 2,5 mmq per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza unitaria inferiore o uguale a 3 kW;
- 2,5 mmq per dorsali di alimentazione circuiti luce;
- 4 mmq per dorsali alimentazione circuiti F.M.;
- 4 mmq per montanti singoli o linee alimentanti singoli apparecchi utilizzatori con potenza nominale superiore a 3,6 kW.

#### 3.4.1.2.2 SEZIONE MINIMA DEI CONDUTTORI DI NEUTRO

La sezione dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione superiore a  $16 \text{ mm}^2$ , la sezione dei conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, con il minimo tuttavia di  $16 \text{ mm}^2$  (per conduttori in rame), purché siano soddisfatte le condizioni degli artt. 522, 524.1, 524.2, 524.3, 543.1.4. delle norme CEI 64-8.

#### 3.4.1.2.3 SEZIONE DEI CONDUTTORI DI TERRA E PROTEZIONE

I conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato nelle norme CEI 64-8, art. 543.1., e la loro sezione deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione di cui alla tab.1, con i minimi indicati nella tab. 2:

### **Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra**

	<b>Protetti meccanicamente</b>	<b>Non protetti meccanicamente</b>
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mm <sup>2</sup> rame 16 mm <sup>2</sup> ferro zincato <sup>(*)</sup>
Non protetti contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato <sup>(*)</sup>	

<sup>(\*)</sup> Zincatura secondo la norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente

In alternativa ai criteri sopra indicati, è ammesso il calcolo della sezione minima dei conduttori di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8, cioè mediante l'applicazione della seguente formula:

$$S_p = (I^2 t)^{1/2} / K$$

nella quale:

$S_p$  è la sezione del conduttore di protezione [mm<sup>2</sup>];

$I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile [A];

$t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione [s];

$K$  è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali<sup>1</sup>.

#### **3.4.1.2.4 PROPAGAZIONE DEL FUOCO LUNGO I CAVI**

I cavi in aria installati individualmente, vale a dire distanziati fra loro di almeno 250 mm, devono rispondere alla prova di non propagazione delle norme CEI 20-35.

Quando i cavi sono raggruppati in ambiente chiuso in cui sia da contenere il pericolo di propagazione di un eventuale incendio, essi devono avere i requisiti di non propagazione dell'incendio in conformità alle norme CEI 20-22.

#### **3.4.1.3 PROVVEDIMENTI CONTRO IL FUOCO**

Allorché i cavi siano installati in notevole quantità in ambienti chiusi frequentati dal pubblico e di difficile e lenta evacuazione, si devono adottare sistemi di posa atti ad impedire il dilagare del fumo negli ambienti stessi e ricorrere all'impiego di cavi a bassa emissione di fumo secondo le norme CEI 20-37 e 20-38.

I servizi di sicurezza saranno alimentati da cavi resistenti all'incendio, conformemente alla norma CEI 20-45.

#### **3.4.1.4 COMPARTIMENTAZIONI REI**

I varchi aperti nelle compartimentazioni resistenti al fuoco necessari al passaggio di cavi, tubazioni o canali, dovranno essere chiusi con mastici, collari o sacchetti appositi.

---

<sup>1</sup> I valori di  $K$  per i conduttori di protezione in diverse applicazioni sono dati nelle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E delle norme CEI 64-8.

In particolare, nei passaggi necessari ai canali, dovranno essere posti sacchetti in tessuto minerale incombustibile, riempito con una miscela di fibre inorganiche e barre termoespandenti per permettere la chiusura dei varchi anche in seguito alle diminuzioni (durante la combustione) dei volumi occupati dai cavi.

La scelta dei sacchetti, consente la possibilità di rimozione e sostituzione degli stessi nel caso in cui deve essere necessario posare ulteriori circuiti nei canali.

#### 3.4.1.5 PROBLEMI CONNESSI ALLO SVILUPPO DI GAS TOSSICI E CORROSIVI

Qualora cavi in quantità rilevanti siano installati in ambienti chiusi frequentati dal pubblico, oppure si trovino a coesistere, in ambiente chiuso, con apparecchiature particolarmente vulnerabili da agenti corrosivi, deve essere tenuto presente il pericolo che i cavi stessi bruciando sviluppino gas tossici o corrosivi.

Ove tale pericolo sussista occorre presentare ricorso all'impiego di cavi aventi la caratteristica di non sviluppare gas tossici e corrosivi ad alte temperature, secondo le norme CEI 20-38.

In particolare si potranno utilizzare le seguenti tipologie di cavo:

#### 3.4.1.6 CAVO FM9

Cavo idoneo per installazione fissa entro tubo o canalina e per cablaggio quadri elettrici.

Caratteristiche principali:

- Cavo in corda flessibile di rame rosso stagnato;
- Mescola termoplastica tipo AFUMEX, non sviluppante gas tossici e corrosivi e fumi opachi in caso di incendio;
- Cavo non propagante l'incendio;
- Marcatura riportante anche la sezione del cavo;
- Cavo marchiato IMQ o altro marchio equipollente;
- Temperatura massima di funzionamento: +70°C;
- Temperatura massima raggiungibile in regime di cortocircuito: +160°C;
- Tensione nominale: 450/750 V.
- Conformità alle norme: CEI 20-22 II, 20-35, 20-37, 20-38 e successive varianti.
- Conformità alle tabelle CEI-UNEL 35368.
- Cavo a marchio IMQ o equipollente.

#### 3.4.1.7 CAVO FG7(O)M1 0,6/1KV

Cavo elettrico in corda rigida o flessibile di rame ricotto stagnato.

- Isolamento in gomma elastomerica, qualità G7 (norme CEI 20-11, 20-34).
- Guaina esterna in mescola termoplastica (M1).
- Riempitivo in estruso di materiale non igroscopico.

- Cavo non propagante l'incendio, privo di emissione di fumi opachi e gas tossici e corrosivi.
- Sforzo a trazione massimo: 5 Kg/mm<sup>2</sup> di sezione del rame.
- Raggio di curvatura minimo: 4 volte il diametro esterno.
- Temperatura caratteristica: 90 °C.
- Temperatura max. di cortocircuito: 250 °C.
- Conformità alle norme CEI 20-22 III, 20-35, 20-37, 20-38 ed alle tabelle - CEI-UNEL 35371.
- Tensione nominale: 600/1000 V.
- Cavo a marchio IMQ o equipollente.

#### 3.4.1.8 CAVO FG10(O)M1 0,6/1KV CEI 20-45

Cavo elettrico in corda flessibile di rame ricotto stagnato con barriera ignifuga.

- Isolamento in gomma elastomerica, qualità G10 (norme CEI 20-11, 20-34).
- Guaina esterna in mescola termoplastica (M1).
- Riempitivo in estruso di materiale non igroscopico.
- Cavo non propagante l'incendio, privo di emissione di fumi opachi e gas tossici e corrosivi.
- Sforzo a trazione massimo: 5 Kg/mm<sup>2</sup> di sezione del rame.
- Raggio di curvatura minimo: 4 volte il diametro esterno.
- Temperatura caratteristica: 90 °C.
- Temperatura max. di cortocircuito: 250 °C.
- Conformità alle norme CEI 20-22 III, 20-35, 20-37, 20-38 20-45 ed alle tabelle - CEI-UNEL 35371.
- Tensione nominale: 600/1000 V.
- Cavo a marchio IMQ o equipollente.

#### 3.4.1.9 PROTEZIONI MECCANICHE E MODALITÀ DI POSA

I conduttori, a meno che non si tratti di installazioni volanti, devono essere sempre protetti e salvaguardati meccanicamente.

Dette protezioni possono essere costituite da: tubazioni, canalette porta cavi, passerelle, condotti o cunicoli ricavati nella struttura edile, ecc. Negli impianti industriali, il tipo d'installazione dovrà essere concordato di volta in volta con l'Amministrazione Appaltante.

Negli impianti in edifici civili e similari si devono rispettare le prescrizioni seguenti.

#### 3.4.1.10 MARCATURE DEI CAVI

Ogni cavo deve essere siglato in modo da consentirne l'individuazione in maniera inequivocabile. Le marcature dovranno essere conformi alla norma CEI 16-7 art.3 alle estremità e sulle cassette di derivazione dorsali. Si dovranno impiegare anelli o tubetti portaetichette presiglate di tipo termorestringente che garantiscano indelebilità delle scritte. Le scritte dovranno essere concordi a quelle indicate negli elaborati di progetto.

#### 3.4.1.11 MARCATURE DEI CAVIDOTTI E DELLE SCATOLE

Canali e cassette dovranno essere contrassegnati in modo visibile ed inalterabile con sigle, ricavate dagli elaborati di progetto, che identifichino in modo inequivocabile la loro destinazione d'uso. Tutte le cassette riceveranno delle etichette di dimensioni adeguate (almeno 22 x 40 mm) indicanti il circuito d'appartenenza, mentre i canali andranno contrassegnati almeno ogni 12 m, con targhette in tela o piastrine in PVC di dimensioni minime 100 x 50 mm ed aventi colorazioni diverse secondo le reti e precisamente:

- blu per le reti B.T.;
- giallo per l'impianto d'illuminazione di sicurezza;
- bianco per gli impianti di comunicazione;
- arancio per gli impianti di sicurezza (rivelazione fumi, TVCC, ecc.);
- rosso per le reti di Media Tensione;
- nero per le reti alimentate da sistemi di emergenza.

#### 3.4.1.12 GIUNZIONI E DERIVAZIONI DEI CAVI

Giunzioni diritte: ammesse solo nei casi in cui le tratte senza interruzioni superino in lunghezza le pezzature reperibili in commercio.

Le giunzioni dei conduttori devono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando opportuni morsetti e morsetterie.

Le terminazioni dei cavi devono essere del tipo e della sezione adatta alle caratteristiche del cavo e all'apparecchio al quale saranno collegate; non è consentito alcun adattamento di dimensione o sezione del cavo o del capocorda stesso.

La guaina del cavo, nel punto di taglio, dovrà essere rifinita con l'impiego di manicotti termorestringenti.

Ad ogni dispositivo di serraggio di ciascun morsetto non potrà essere connesso più di un conduttore; l'eventuale equipotenzializzazione tra i morsetti dovrà avvenire mediante l'impiego d'opportune barrette di parallelo.

Nei punti di collegamento i cavi dovranno essere fissati mediante l'ausilio di fascette o collari o pressacavi, in modo da evitare qualsiasi sollecitazione meccanica sulle morsetterie.

I capicorda, in rame stagnato, devono essere del tipo a compressione e saranno utilizzati su tutti i cavi, sia di potenza sia di segnalazione.

### 3.4.1.13 CASSETTE E SCATOLE DI DERIVAZIONE

Le cassette, in materiale termoplastico autoestinguente devono essere composte da un unico pezzo. Le viti di fissaggio dovranno essere collocate in apposita sede.

Le cassette dovranno poter contenere i morsetti di giunzione, di derivazione ed anche setti separatori in grado di garantire l'eventuale separazione tra sistemi a tensione nominale diversa.

I coperchi delle cassette dovranno essere fissati alle stesse mediante l'impiego di viti in nylon con testa sferica. Sono consentite, salvo approvazione della DL, anche viti in metallo.

Per le cassette di maggiori dimensioni dovrà essere possibile l'apertura a cerniera del coperchio.

Le guarnizioni, in neoprene o in gomma siliconica, dovranno essere del tipo antivecchiante.

Le cassette dovranno essere installate in modo da renderne agevole l'accessibilità, dovranno inoltre essere fissate in modo da non sollecitare tubi o cavi che ad esse fanno capo. Sono pertanto consentiti l'impiego di tasselli ad espansione, bulloneria trattata con procedimento antiossidante e chiodatura a sparo.

Le cassette di derivazione poste lungo le dorsali dovranno essere munite di morsetti fissi o componibili in poliammide 6.6 aventi tensioni di isolamento coerenti con quelle dei cavi ad essi attestatisi. Il serraggio dei conduttori dovrà in ogni modo essere del tipo indiretto.

E' consentito l'uso d'altri morsetti solo dopo esplicita approvazione da parte della DL..

Alcune derivazioni, se espressamente richiesto dalla D.L., potranno essere effettuate al di fuori delle cassette. A tale scopo dovranno impiegarsi solo morsetti del tipo a perforazione dell'isolamento. Scatole e cassette di derivazione e/o transito dovranno essere dotate di tutti gli accessori (pressacavi, raccordi ecc.) necessari per garantire il grado di protezione richiesta. La dimensione minima per le cassette di derivazione installate sui canali luce, forza e continuità assoluta deve essere pari a 110x110x70 mm. È fatto assoluto divieto di eseguire derivazioni con l'impiego di morsetti del tipo "mammoth" o peggio con l'impiego di nastro isolante.

La suddivisione tra morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà essere eseguita mediante l'impiego di setti separatori.

### 3.4.1.14 TUBAZIONI A VISTA O SOTTOTRACCIA

Nelle parti dell'impianto previsto in realizzazione sotto traccia, i tubi protettivi saranno in materiale termoplastico flessibile per i percorsi sotto intonaco; in acciaio smaltato a bordi saldati oppure in materiale termoplastico serie pesante per gli attraversamenti a pavimento;

I cavidotti saranno posti in opera parallelamente alle strutture murarie, sia per quanto riguarda i percorsi orizzontali che per quelli verticali; le curve dovranno avere un raggio di curvatura tale da rispettare i valori prescritti per i tipi di cavo che vi devono essere installati.

Non saranno consentiti percorsi diagonali

Le curve saranno realizzate con raccordi o piegature che non danneggino il tubo e non pregiudichino la sfilabilità dei cavi.

Il diametro interno dei tubi deve essere pari ad almeno 1,4 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti. Tale coefficiente di maggiorazione deve essere aumentato a 1,5 quando i cavi siano del tipo sotto piombo o sotto guaina metallica; il diametro del tubo deve essere sufficientemente grande da permettere di sfilare e reinfila i cavi in esso contenuti con facilità e senza che ne risultino danneggiati i cavi stessi o i tubi. In ogni caso il diametro interno non deve essere inferiore a 20 mm.

Ad ogni brusca deviazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione secondaria dalla linea principale e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di transito o di derivazione.

Nello stesso locale, qualora si preveda l'esistenza di circuiti appartenenti a sistemi elettrici diversi, questi devono essere protetti da tubi diversi e far capo a cassette separate. Tuttavia è ammesso collocare i cavi nello stesso tubo e far capo alle stesse cassette, purché essi siano isolati per la tensione più elevata e le singole cassette siano internamente munite di diaframmi, non amovibili se non a mezzo di attrezzo, tra i morsetti destinati a serrare conduttori appartenenti a sistemi diversi.

L'ingresso cavi nelle cassette di derivazione e di transito deve essere realizzato esclusivamente per mezzo di raccordi pressacavo.

Il numero dei cavi che si possono introdurre nei tubi è indicato nella tabella NCU.

Tab. NCU

Numero massimo di cavi unipolari da introdurre in tubi protettivi

(i numeri fra parentesi sono per i cavi ed i tubi per linee di comando e segnalazione)

Diametro esterno / diametro interno [mm]	sezione dei cavi [mm <sup>2</sup> ]								
	(0,5)	(0,75)	(1)	1,5	2,5	4	6	10	16
(12/8,5)	(4)	(4)	(2)						
(14/10)	(7)	(4)	(3)						
(16/11,7)			(4)						
20/15,5			(9)	7	4	4	2		
25/19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32/26,4					12	9	7	7	3

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc. È inoltre vietato collocare, nelle stesse incassature, montanti e colonne telefoniche o radiotelevisive. Nel vano degli ascensori o montacarichi non è consentita la messa in opera di conduttori o tubazioni di qualsiasi genere che non appartengano all'impianto dell'ascensore o del montacarichi stesso.

#### 3.4.1.15 INSTALLAZIONE DELLE TUBAZIONI PLASTICHE A VISTA

Le tubazioni dovranno essere del tipo conforme alle norme CEI ed alle tabelle CEI-UNEL. Dovranno essere in PVC della serie pesante e raccordate nei tratti terminali con guaine spiralate.

La raccorderia deve essere del tipo pressatubo oppure filettata. Per il fissaggio in vista ci si dovrà avvalere di morsetti in materiale plastico con fissaggio del tubo a scatto. I morsetti non dovranno essere posti a distanze superiori al metro in modo da evitare la flessione delle tubazioni. Nel caso di tubi rigidi installati sottotraccia, i raccordi potranno essere ottenuti mediante l'impiego di manicotti.

#### 3.4.1.16 POSA SOSPESA ALLE MURATURE E/O STRUTTURE DEI PREFABBRICATI

I cavi dovranno essere sostenuti da sostegni di materiale plastico applicati alle murature e/o strutture mediante tasselli ad espansione a corpo completamente metallico.

Sostegni sistemati a distanza dipendente dalle dimensioni e dalla flessibilità dei cavi e tale da evitare le formazioni d'anse.

#### 3.4.1.17 CANALETTE E CANALI PORTA CAVI

I canali posacavi, di tipo metallico, in materiale plastico ed in materiale plastico privo di alogeni (Noryl), saranno realizzati mediante elementi componibili ed in cantiere non saranno consentite altre lavorazioni che non siano taglio e foratura degli stessi.

I sostegni, del tipo prefabbricato, dovranno essere in metallo e con trattamento conforme a quello del canale. Devono essere sempre previsti in prossimità delle diramazioni ed alle estremità delle curve. I sostegni dovranno garantire una completa rigidità dei canali sia in senso longitudinale sia trasversale e non dovranno comunque subire lavorazione alcuna dopo il trattamento di protezione della superficie.

Staffe e mensole saranno dimensionate in modo da potere sopportare il carico ottenuto riempiendo di cavi i canali sino al massimo consentito. L'interdistanza massima consentita è di 2 m. e in ogni caso la freccia massima del canale non deve superare 0,5 cm.

Curve, incroci e derivazioni saranno di tipo prestampato sia per i canali metallici sia per quelli in materiale plastico.

I setti divisorii in lamiera d'acciaio o in PVC, che sono previsti a progetto, dovranno essere posti lungo tutta la lunghezza dei canali, ivi comprese curve e derivazioni. Non dovranno essere presenti fori o asolature sulla parete di separazione dei cavi.

I coperchi dovranno essere di tipo rimovibile senza l'utilizzo d'attrezzi e dovranno avere i bordi ripiegati.

La zincatura dei componenti d'acciaio non dovrà presentare difetti quali: vaiolatura, scorie, macchie nere, incrinature ecc.

Tutti i tagli non dovranno presentare sbavature o bordi taglienti. Per i canali metallici, nelle zone di taglio dovrà essere ripristinata la zincatura. Fori ed asolature effettuate per consentire l'uscita dei cavi, dovranno essere muniti di passacavi di gomma o d'altre guarnizioni di tipo isolante, che impediscano eventuali danneggiamenti.

Dovrà essere garantita, durante la posa in opera, la continuità elettrica per l'intero percorso dei cavidotti metallici per mezzo d'appositi collegamenti d'equipotenzializzazione.

Tutta la bulloneria utilizzata deve essere in acciaio inox o in acciaio zincato a caldo; è espressamente vietato l'uso di rivetti.

Prima della loro installazione, si dovrà presentare alla DL una breve relazione contenente i calcoli di dimensionamento delle staffe e delle mensole portacanal, avendo supposto i canali contenenti il massimo prescritto dei cavi.

Per i sistemi di canali battiscopa e canali ausiliari si applicano le norme CEI 23-19.

Per gli altri sistemi di canalizzazione si applicheranno le norme CEI specifiche, ove esistenti.

Devono essere previsti per canali metallici i necessari collegamenti di terra ed equipotenziali secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8.

Nei passaggi di parete devono essere previste opportune barriere tagliafiamma che non degradino i livelli di segregazione assicurati dalle pareti stesse.

Le caratteristiche di resistenza al calore anormale e al fuoco dei materiali utilizzati devono soddisfare quanto richiesto dalle norme CEI 64-8.

#### 3.4.1.18 POSA DEI CAVI NEI CANALI

I cavi devono essere semplicemente appoggiati sul fondo, in modo ordinato, paralleli tra loro, senza attorcigliamenti e rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle.

Lungo il percorso, i cavi non dovranno presentare giunzioni intermedie a meno di linee la cui lunghezza sia tale da non essere presenti in commercio pezzature di lunghezza adeguata. I cavi saranno eventualmente distanziati, se prescritto dalla modalità di posa al fine di annullare il mutuo riscaldamento; se la stessa canalina deve ospitare conduttori di sistemi diversi, dovrà adottarsi un separatore di servizio.

Lungo i canali, i cavi dovranno essere fissati agli stessi mediante l'impiego di fascette in materiale plastico in corrispondenza di curve, incroci e diramazioni. Nei tratti verticali i cavi dovranno essere fissati alle passerelle con passo non superiore a 40 cm. I cavi, nei canali chiusi, saranno fissati con apposite sbarre trasversali.

Il numero dei cavi installati deve essere tale da consentire un'occupazione non superiore al 50% della sezione utile dei canali, secondo quanto prescritto dalle norme CEI 64-8.

Per il grado di protezione contro i contatti diretti, si applica quanto richiesto dalle norme CEI 64-8 utilizzando i necessari accessori (angoli, derivazioni ecc.); in particolare, opportune barriere devono separare cavi a tensioni nominali differenti.

I cavi vanno utilizzati secondo le indicazioni delle norme CEI 20-20.

#### 3.4.1.19 POSA DEI CAVI SU SCALE E PASSARELLE

Posa su passerelle: cavi fissati alle passerelle mediante legature che ne mantengano fissa la posizione.

Sui tratti di passerella inclinati e verticali le legature devono essere più numerose (almeno una ogni metro) ed adatte a sostenere il peso dei cavi. Il numero di cavi su ogni passerella, deve essere tale da garantire che nelle condizioni previste di carico la loro temperatura si mantenga entro i valori prescritti dalla norma.

#### 3.4.1.20 POSA DI CAVI ELETTRICI ISOLATI, SOTTO GUAINA, INTERRATI

Per l'interramento dei cavi elettrici, si dovrà procedere nel modo seguente:

- sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa preventivamente concordata con la Direzione Lavori e privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà costruire, in primo luogo, un letto di sabbia di fiume, vagliata e lavata, o di cava, vagliata, dello spessore di almeno 10 cm, sul quale si dovrà distendere poi il cavo (o i cavi) senza premere e senza farlo affondare artificialmente nella sabbia;
- si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia come sopra, dello spessore di almeno 5 cm, in corrispondenza della generatrice superiore del cavo (o dei cavi); pertanto lo spessore finale complessivo della sabbia dovrà risultare di almeno 15 cm più il diametro del cavo (o maggiore, nel caso di più cavi);
- sulla sabbia così posta in opera, si dovrà infine disporre una fila continua di mattoni pieni, bene accostati fra loro e con il lato maggiore secondo l'andamento del cavo (o dei cavi) se questo avrà diametro (o questi comporranno una striscia) non superiore a 5 cm o, nell'ipotesi contraria, in senso trasversale (generalmente con più cavi);
- sistemati i mattoni, si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

L'asse del cavo (o quello centrale di più cavi) dovrà ovviamente trovarsi in uno stesso piano verticale con l'asse della fila di mattoni.

Per la profondità di posa deve essere seguito il concetto di avere il cavo (o i cavi) posto sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni a manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o per movimenti di terra nei tratti a prato o a giardino.

Di massima deve essere però osservata la profondità di almeno 50 cm, misurata sull'estradosso della protezione di mattoni.

Tutta la sabbia e i mattoni occorrenti devono essere forniti dalla Ditta appaltatrice.

#### 3.4.1.21 POSA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN CUNICOLI PRATICABILI

I cavi devono essere posati, come stabilito nel presente Capitolato:

- entro scanalature esistenti sui piedritti dei cunicoli (appoggio continuo), all'uopo fatte predisporre dall'Amministrazione appaltante;
- entro canalette di materiale idoneo, ad esempio cemento (appoggio egualmente continuo), tenute in sito da mensoline in piatto o in profilato d'acciaio zincato o da mensoline di calcestruzzo armato;
- direttamente su ganci, grappe, staffe, o mensoline (appoggio discontinuo) in piatto o in profilato d'acciaio zincato, ovvero in materiali plastici resistenti all'umidità, ovvero ancora su mensoline di calcestruzzo armato.

Dovendo disporre i cavi in più strati, dovrà essere assicurato un distanziamento tra strato e strato pari ad almeno una volta e mezzo il diametro del cavo maggiore nello strato sottostante, con un minimo di 3 cm, per assicurare la libera circolazione dell'aria.

A questo riguardo la Ditta appaltatrice dovrà tempestivamente indicare le caratteristiche secondo cui dovranno essere dimensionate e conformate le eventuali canalette di cui sopra, mentre, se non diversamente prescritto dall'Amministrazione appaltante, deve essere di competenza della Ditta appaltatrice soddisfare a tutto il fabbisogno di mensole, staffe, grappe e ganci di ogni altro tipo, i quali potranno anche formare rastrelliere di conveniente altezza.

Per il dimensionamento e mezzi di fissaggio in opera (grappe murate, chiodi sparati ecc.) dovrà essere tenuto conto del peso dei cavi da sostenere in rapporto al distanziamento dei supporti, che dovrà essere stabilito di massima intorno a cm 70.

In particolari casi, l'Amministrazione appaltante potrà preventivamente richiedere che le parti d'acciaio siano zincate a caldo.

I cavi, ogni 150÷200 m di percorso, dovranno essere provvisti di fascetta distintiva in materiale inossidabile.

#### 3.4.1.22 POSA DI CAVI ELETTRICI, ISOLATI, SOTTO GUAINA, IN TUBAZIONI INTERRATE, O IN CUNICOLI NON PRATICABILI

In sede d'appalto, qualora sia prescritto, alla Ditta appaltatrice di provvedere anche per la fornitura e la posa in opera delle tubazioni, queste avranno forma e costituzione come preventivamente stabilito dall'Amministrazione appaltante (cemento, ghisa, grès ceramico, cloruro di polivinile ecc.).

Per la posa interrata delle tubazioni, valgono le seguenti prescrizioni: sul fondo dello scavo, sufficiente per la profondità di posa, preventivamente concordata con la Direzione Lavori, privo di qualsiasi sporgenza o spigolo di roccia o di sassi, si dovrà distendere il tubo (o i tubi) senza premere; inoltre si dovrà quindi stendere un altro strato di sabbia o terra; si dovrà procedere al rinterro dello scavo pigiando sino al limite del possibile e trasportando a rifiuto il materiale eccedente dall'iniziale scavo.

Per la profondità di posa, deve essere seguito il concetto di avere il cavidotto (o i cavidotti) posti sufficientemente al sicuro da possibili scavi di superficie per riparazioni a manti stradali o cunette eventualmente soprastanti, o per movimenti di terra nei tratti a prato o a giardino.

Di massima deve essere però osservata la profondità di almeno 50 cm.

Le tubazioni dovranno essere coi singoli tratti uniti tra loro o stretti da collari o flangie, per evitare discontinuità nella loro superficie interna.

Il diametro interno della tubazione dovrà essere in rapporto non inferiore a 1,3 mm rispetto al diametro del cavo o del cerchio circoscrivente i cavi, sistemati a fascia.

Per l'infilaggio dei cavi, si dovranno prevedere adeguati pozzetti sulle tubazioni interrate e apposite cassette sulle tubazioni non interrate.

Il distanziamento fra tali pozzetti e cassette sarà stabilito in rapporto alla natura e alla grandezza dei cavi da infilare.

Tuttavia, per i cavi in condizioni medie di scorrimento e grandezza, il distanziamento resta stabilito di massima:

- ogni 30 m circa se in rettilineo;
- ogni 15 m circa se con interposta una curva.

I cavi non dovranno subire curvature di raggio inferiore a 15 volte il loro diametro.

In sede d'appalto, sarà precisato se spetti all'Amministrazione appaltante la costituzione dei pozzetti o delle cassette. In tal caso, la Ditta appaltatrice dovrà fornire tutte le indicazioni necessarie per il loro dimensionamento, formazione, raccordi ecc.

#### 3.4.1.23 PROVE IN CORSO D'OPERA E/O IN SEDE DI COLLAUDO:

- sfilabilità dei conduttori in tratti campioni di tubazioni: i conduttori devono poter essere sfilati e reinfilati con facilità e senza provocare danni all'isolamento;
- controllo della presenza del marchio IMQ (dove applicabile).

#### 3.4.2 QUADRI ELETTRICI IN BASSA TENSIONE

##### GENERALITÀ

Le carpenterie dei quadri, facendo riferimento al loro schema elettrico, vengono computati a corpo e nel prezzo si intendono compresi anche tutti gli accessori di esecuzione e completamento quali sbarre principali, morsettiere, guide, canalette interne, distanziatori, setti di separazione, pannelli interni, ecc.

Come già accennato, nel prezzo della carpenteria s'intendono compresi gli accessori di esecuzione e gli ausiliari elettrici di completamento e tutto quanto è necessario alla sua installazione ed al suo funzionamento, quali ad esempio:

- cavi o sbarre di collegamento;
- fusibili di protezione (eventuali);
- spie, selettori, relè ecc.;
- targhette;
- protezioni elettriche o meccaniche;
- accessori.

### 3.4.2.1 STRUTTURA

I quadri devono essere del tipo autoportante ad "armadio" per appoggio a pavimento.

La versione ad "armadio" potrà essere in varie altezze, ma non dovrà mai superare mm 2250 (salvo eccezionali esigenze che dovranno essere concordate di volta in volta).

Nel caso l'altezza dovesse superare i 2250 mm l'armadio dovrà essere prolungato con rialzo divisibile per consentirne il trasporto.

I quadri di larghezza superiore al metro dovranno essere a colonne divisibili, in modo da poter essere introdotti senza alcun intervento murario nei locali d'installazione.

I quadri ad armadio devono essere costituiti da più pannelli verticali dei quali, i due d'estremità devono essere completamente chiusi da elementi asportabili per consentirne l'ampliamento.

La struttura metallica deve essere del tipo autoportante realizzata con intelaiatura in profilati d'acciaio dotati di asolature onde consentire il fissaggio di sbarre, guide e pannelli.

Devono essere corredati di capace zoccolo in robusta lamiera pressopiegata di spessore > 15/10 mm e di controtelaio da immurare completo di forature cieche filettate per l'ammarraggio degli armadi con bulloni.

All'interno dei quadri dovrà essere alloggiata una tasca portaschemi in plastica rigida ove deve essere custodito lo schema funzionale e lo schema elettrico unifilare con l'indicazione esatta delle destinazioni d'uso delle varie linee in partenza e relativa codifica.

Le lampade di segnalazione di presenza rete del tipo fluorescente di colore rosso dovranno avere una superficie d'emissione pari ad almeno 100 mmq.

Le dimensioni della carpenteria e delle canaline saranno tali da garantire una riserva di spazio di almeno il 20% per consentire l'eventuale ampliamento del quadro.

### 3.4.2.2 CABLAGGIO DEI QUADRI ELETTRICI

Il cablaggio dei quadri dovrà essere effettuato mediante sbarre in rame stagnato o verniciato, in modo da prevenire fenomeni di corrosione e con cavi non propaganti l'incendio ed a ridotta emissione di gas e fumi tossici o corrosivi. Le sbarre dovranno essere installate su supporti in poliestere rinforzato in grado di sopportare senza danni le massime correnti di cortocircuito previste. La portata delle sbarre dovrà essere superiore rispetto alla portata dei sezionatori generali del quadro.

Il cablaggio dei circuiti di comando potrà essere realizzato mediante sistemi di cablaggio tipo Multiclip, Unifix o similari. Laddove l'utilizzo di questi sistemi non sia possibile si dovranno utilizzare conduttori flessibili dotati di guaina isolati a ridotta emissione di gas corrosivi in conformità alle Norme CEI 20-22 II e 20-38, tensione nominale 450/750V, comunque con sezione mai inferiore a 1,5 mmq salvo diverse prescrizioni, e tale da garantire una sovratemperatura massima all'esterno dei conduttori non superiore a 20°-30°C rispetto ad una rispettiva temperatura interna del quadro di 40°-30°C. La densità di corrente dei

conduttori dovrà ricadere entro il valore risultante dalle prescrizioni della norma CEI 20-21, moltiplicato per un coefficiente di sicurezza pari a 0,85; tale valore deve essere riferito al valore della corrente nominale dell'apparecchiatura di protezione e non alla corrente d'impiego della linea in partenza. La densità della corrente non dovrà comunque eccedere i 4 A/mm<sup>2</sup>.

I conduttori, in partenza ed in arrivo alle apparecchiature ed alle morsettiere, dovranno essere sempre siglati con le diciture alfanumeriche riportate negli schemi. Per la siglatura devono essere impiegati segnafile componibili in vipla trasparente (tipo TRASP) alle due estremità del conduttore; non sono ammessi altri tipi di segnafile.

Tutti i collegamenti dovranno essere eseguiti con capicorda a compressione del tipo preisolato. I capicorda dovranno essere di tipo adeguato al cavo ed all'apparecchiatura da cablare.

I conduttori di potenza dovranno avere invece i capicorda isolati chiusi ad anello.

Non sono ammessi in nessun caso adattamenti delle sezioni dei cavi o dei capicorda.

I conduttori dei circuiti di comando dovranno essere sistemati in canaline con feritoie e coperchio in PVC rigido tipo incombustibile ed a bassa emissione di gas tossici e corrosivi ed a bassa emissione di fumi opachi. Il fissaggio delle canaline dovrà essere eseguito con viti; non sono assolutamente ammessi i fissaggi che utilizzino collanti di qualsiasi tipo. Non è ammesso il montaggio diretto di canaline od apparecchiature sulle pareti laterali o sulle strutture portanti del quadro salvo particolari prescrizioni.

La grandezza minima ammessa dei morsetti deve essere adatta per l'allacciamento di conduttori fino a 6 mmq.

In generale ad ogni terminale di connessione deve essere collegato un solo conduttore; sono ammesse le connessioni di due o più conduttori ad un terminale solo quando è espressamente previsto dalla casa produttrice.

Tutti gli apparecchi installati nel quadro dovranno essere contraddistinti con le stesse sigle riportate sugli schemi mediante targhette a scritta indelebile fissate in maniera facilmente visibile sia vicino agli apparecchi ai quali si riferiscono sia su di essi.

La colorazione della guaina isolante dei conduttori di comando, in funzione dell'utilizzo, dovrà essere la seguente:

- nero: fasi circuiti a 400-230 V;
- celeste: neutro;
- giallo/verde: terra;
- marrone e grigio: circuiti di logica a relè ed altro.

I conduttori isolati devono essere adeguatamente sostenuti, e non devono appoggiare né su parti nude in tensione (aventi potenziale diverso) né su spigoli vivi della carpenteria.

I collegamenti di terra delle masse metalliche devono essere eseguiti con treccia o calza di rame avente sezione non inferiore a 16 mmq.

Tutte le linee da e verso il quadro elettrico devono passare attraverso opportune aperture realizzate nella parte superiore o inferiore del quadro.

I cavi accederanno al quadro tramite canalette o passerelle in metallo di tipo chiuso provviste di coperchio raccordate alla struttura metallica fissa, a mezzo flangia per attacco e quadro con idoneo grado di protezione.

#### 3.4.2.3 MARCATURE

Non saranno consentiti sistemi alternativi di identificazione oltre a quelli riportati di seguito.

Tutte le apparecchiature elettriche poste all'interno del quadro ed ogni estremità dei cavi di cablaggio dovranno essere chiaramente identificabili in modo permanente.

Le marcature dovranno essere conformi alla norma CEI 16-7 art.3.

Si dovranno utilizzare cinturini con scritta indelebile per tutti i cavi in arrivo ed in partenza e per il cablaggio interno; dovranno essere riportate l'identificazione della linea, il tipo di cavo, la sua conformazione e lunghezza, secondo quanto riportato nello schema elettrico. Non sono ammessi altri tipi di marcatura delle linee.

Allo scopo saranno utilizzati tubetti porta etichette o anelli presigliati di tipo termorestringente per le estremità dei cavi di cablaggio.

Saranno applicate delle targhette adesive o ad innesto per tutte le apparecchiature elettriche (dai morsetti, agli ausiliari di segnalazione, agli interruttori ecc.). Esse dovranno essere poste, ove possibile, direttamente sulle apparecchiature o nelle vicinanze sulla carpenteria del quadro.

Sulla carpenteria del quadro dovrà essere riportata la targa d'identificazione del quadro stesso e quella del costruttore. Dovranno essere poste sul fronte del quadro delle targhette in alluminio o in materiale plastico autoestinguento, che dovranno identificare in modo inequivocabile le varie apparecchiature. Le targhette dovranno avere le scritte pantografate e dovranno essere inserite in apposite guide magnetiche o in plastica. Si dovrà altresì impedire che le suddette targhette possano scorrere lungo le guide.

Per quanto non specificato si farà riferimento alle prescrizioni della norma CEI 17-13. La certificazione e le altre documentazioni da presentare alla DL, dovranno essere quelle previste dalla suddetta norma.

#### 3.4.2.4 MORSETTIERE

Le morsettiere dovranno essere chiaramente identificate secondo le modalità esposte nel paragrafo relativo. Le morsettiere in melammina devono essere del tipo componibile e sezionabile. Il serraggio dei conduttori dovrà essere di tipo indiretto.

Tutti i morsetti dovranno essere fissati alla struttura del quadro, possibilmente su guida Din appositamente predisposta.

Ad ogni dispositivo di serraggio, come richiesto dalla norma 17-13/1, dovrà essere cablato un solo conduttore e pertanto l'eventuale equipotenzializzazione di più morsetti potrà essere effettuata solo mediante apposite barrette di parallelo.

Non devono essere ammesse morsettiere di tipo sovrapposto. Il quadro, se è composto di sezioni diverse, le relative morsettiere dovranno essere fisicamente separate mediante l'impiego di separatori.

La morsettiera d'attestazione della linea in arrivo dovrà essere completa di targhetta recante scritte che evidenzino che la parte è in tensione.

#### 3.4.2.5 MESSA A TERRA (QUADRI IN CARPENTERIA METALLICA)

Su tutta la lunghezza del quadro, deve essere installata una sbarra in piatto di rame nudo, per la messa a terra del quadro stesso ed in ogni caso dimensionata per il massimo valore di corrente di guasto a terra.

La messa a terra di un pannello dovrà essere studiata in modo che aggiungendone un successivo basterà connettere assieme le due barre principali, affinché tutte le parti metalliche del pannello siano messe francamente a terra.

Per ogni quadro dovranno essere predisposti, sulla sbarra di terra, due attacchi per le connessioni flessibili con sezione minima 16 mmq, cui si allacceranno tutte le parti metalliche degli interruttori sezionatori, basi portafusibili, trasformatori di misura, profilati di sostegno, portelle a cerniera, antine fisse o imbullonate, manovra, ecc.

In prossimità dei ferri di supporto dei terminali e dei cavi devono essere previsti viti e bulloni per la messa a terra delle armature e delle guaine metalliche dei cavi.

Tutte le superfici di contatto dovranno essere opportunamente trattate contro le ossidazioni ma non verniciata.

I conduttori di terra in rame isolato avranno sempre, come colore distintivo, il GIALLO/VERDE.

#### 3.4.2.6 SCHEMI

Ogni quadro dovrà essere corredato d'apposita tasca porta-schemi dove devono essere contenuti in involucro plastico i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.

#### 3.4.2.7 SICUREZZA DEL PERSONALE PREPOSTO ALLA MANOVRA

Ogni sezione del quadro, con alimentazione propria e indipendente, dovrà essere completamente separata dalle altre mediante separatori interni in lamiera e munita di portella d'accesso.

Per impedire che persone vengano accidentalmente in contatto con parti in tensione, devono essere usati sezionatori generali del tipo che impediscano l'apertura delle portelle in posizione di "chiuso" e diaframmi di protezione sui morsetti d'entrata del sezionatore.

L'eventuale rimozione delle apparecchiature dovrà avvenire senza necessità di rimuovere quelle adiacenti.

I relè ad intervento regolabile (relè di corrente, di tensione, a tempo) consentiranno la taratura, la prova e la manutenzione con tutte le altre apparecchiature in servizio, senza pericolo di contatti accidentali con parti in tensione.

Tutte le parti in tensione delle apparecchiature montate su portine (morsetti di lampade, relè, pulsanti, strumenti, ecc.) ed in genere tutte quelle esposte a possibili contatti durante normali operazioni di esercizio, devono essere protette con schermi isolanti asportabili, in modo da evitare contatti accidentali con le parti in tensione.

I morsetti secondari dei TA non utilizzabili devono essere messi in corto circuito, anche se i TA sono adatti a restare permanentemente aperti, per evitare situazioni di pericolo per gli operatori durante controlli e prove.

Tutte le parti metalliche dovranno essere collegate a terra; le portelle o pannelli asportabili, anche se non montano componenti elettrici, devono essere collegati a terra con corda guainata.

I pezzi metallici sovrapposti ed uniti con bulloni non devono essere considerati elettricamente collegati tra loro salvo impiego d'appositi dadi graffianti.

Ogni quadro ad "armadio", avente profondità maggiore a 1000 mm, deve essere dotato di un'adeguata illuminazione interna derivata dalla fonte d'energia più affidabile.

### 3.4.3 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI

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).

Per la protezione contro i contatti indiretti ogni impianto elettrico utilizzatore o raggruppamento d'impianti, contenuti in uno stesso edificio e nelle sue dipendenze (quali portinerie distaccate e simili), deve avere un proprio impianto di terra.

A tale impianto di terra devono essere collegati tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili di notevole estensione esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore stesso.

#### 3.4.3.1 ELEMENTI DI UN IMPIANTO DI TERRA

Per ogni edificio contenente impianti elettrici deve essere opportunamente previsto, in sede di costruzione, un proprio impianto di messa a terra (impianto di terra locale), che deve soddisfare le prescrizioni delle vigenti norme CEI 64-8. Tale impianto, che deve essere realizzato in modo da poter effettuare le verifiche periodiche d'efficienza, comprenderà:

Capitolo 1 il dispersore (o i 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;

Capitolo 2 il conduttore di terra, non in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno devono essere considerati, a tutti gli effetti, dispersori per la parte non interrata (o in ogni caso isolata dal terreno);

Capitolo 3 il conduttore di protezione, che parte dal collettore di terra, arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra), o direttamente alle 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  $4 \text{ mm}^2$ ;

Capitolo 4 il collettore (o nodo) principale di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità (ed eventualmente di neutro, in caso di sistemi TN, in cui il conduttore di neutro ha anche la funzione di conduttore di protezione);

Capitolo 5 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).

Capitolo 6 Come elementi di dispersione possono essere usati i ferri d'armatura dei plinti o dei massetti armati. In questo caso dovranno essere garantite, tramite giunzioni a regola d'arte, le continuità elettriche.

### 3.4.3.2 SEZIONI MINIME DEI CONDUTTORI

#### 3.4.3.2.1 CONDUTTORI DI PROTEZIONE

Le sezioni devono rispettare le seguenti indicazioni.

**Estratto da CEI 64-8 Tab. 54F**

#### **Relazione tra le sezioni dei conduttori di protezione e dei conduttori di fase**

##### **(Sezione minima dei conduttori di protezione)**

<b>Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina o l'apparecchio</b> $\text{mm}^2$	<b>Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo o infilato nello stesso tubo del conduttore di fase</b> $\text{mm}^2$	<b>Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase</b> $\text{mm}^2$
minore o uguale a 16	Sezione del conduttore di fase	2,5 se protetto meccanicamente, 4 se non protetto meccanicamente
maggiore di 16 e minore o uguale a 35	16	16

maggiore di 35	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari la sezione specificata dalle rispettive norme	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari., la sezione specificata dalle rispettive norme
----------------	---	---

### 3.4.3.2.2 CONDUTTORI DI TERRA

I conduttori di terra devono essere conformi a quanto indicato nelle norme CEI 64-8, art. 543.1., e la loro sezione deve essere non inferiore a quella del conduttore di protezione di cui alla tab.1, con i minimi indicati di seguito:

#### Estratto da CEI 64-8 Tab. 54A

#### Sezioni convenzionali minime dei conduttori di terra

	Protetti meccanicamente	Non protetti meccanicamente
Protetti contro la corrosione	In accordo con 543.1	16 mm <sup>2</sup> rame 16 mm <sup>2</sup> ferro zincato <sup>(*)</sup>
Non protetti contro la corrosione	25 mm <sup>2</sup> rame 50 mm <sup>2</sup> ferro zincato <sup>(*)</sup>	

<sup>(\*)</sup> Zincatura secondo la norma CEI 7-6 oppure con rivestimento equivalente

In alternativa ai criteri sopra indicati, è ammesso il calcolo della sezione minima dei conduttori di protezione mediante il metodo analitico indicato al paragrafo a) dell'art. 543.1.1 delle norme CEI 64-8, cioè mediante l'applicazione della seguente formula:

$$S_p = (I^2 t)^{1/2} / K$$

nella quale:

$S_p$  è la sezione del conduttore di protezione [mm<sup>2</sup>];

$I$  è il valore efficace della corrente di guasto che può percorrere il conduttore di protezione per un guasto di impedenza trascurabile [A];

$t$  è il tempo di intervento del dispositivo di protezione [s];

$K$  è il fattore il cui valore dipende dal materiale del conduttore di protezione, dell'isolamento e di altre parti e dalle temperature iniziali e finali<sup>2</sup>.

### 3.4.3.3 PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER LOCALI SERVIZI IGIENICI

#### 3.4.3.3.1 APPARECCHI AMMESSI

Nei locali per servizio igienico presenti nei piani devono essere rispettate le seguenti prescrizioni particolari:

- Trattasi di zona 3 prevista dalla CEI64-8 - È il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m (e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia): sono ammessi componenti

<sup>2</sup> I valori di  $K$  per i conduttori di protezione in diverse applicazioni sono dati nelle tabelle 54B, 54C, 54D e 54E delle norme CEI 64-8.

dell'impianto elettrico protetti contro la caduta verticale di gocce di acqua (grado di protezione IP x 1), come nel caso dell'ordinario materiale elettrico da incasso, quando installati verticalmente, oppure IP x 5 quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia del locale; inoltre l'alimentazione delle prese a spina deve soddisfare una delle seguenti condizioni:

- \* bassissima tensione di sicurezza con limite 50 V (BTS). Le parti attive del circuito BTS devono comunque essere protette contro i contatti diretti;
- \* trasformatore di isolamento per ogni singola presa a spina;
- \* interruttore differenziale a alta sensibilità, con corrente differenziale non superiore a 30 mA.

Le regole enunciate servono a limitare i pericoli provenienti dall'impianto elettrico del servizio stesso e sono da considerarsi integrative, rispetto alle regole e prescrizioni comuni a tutto l'impianto elettrico (isolamento delle parti attive, collegamento delle masse al conduttore di protezione, ecc.).

#### 3.4.3.3.2 COLLEGAMENTO EQUIPOTENZIALE NEI LOCALI DA BAGNO

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno (ad esempio da una tubazione che vada in contatto con un conduttore non protetto da interruttore differenziale), è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 1-2-3 con il conduttore di protezione all'ingresso dei locali da bagno.

Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8; in particolare, devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni ed essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento equipotenziale non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès, ma deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione, come, ad esempio, la scatola dove è installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità.

È vietata l'inserzione d'interruttori o di fusibili sui conduttori di protezione.

Per i conduttori si devono rispettare le seguenti sezioni minime:

- $2,5 \text{ mm}^2$  (rame) per i collegamenti protetti meccanicamente, cioè posati entro tubi o sotto intonaco;
- $4 \text{ mm}^2$  (rame) per i collegamenti non protetti meccanicamente e fissati direttamente a parete.

#### 3.4.3.3.3 ALIMENTAZIONE NEI LOCALI DA BAGNO

Può essere effettuata come per il resto degli altri locali del piano.

La protezione delle prese del bagno con interruttore differenziale ad alta sensibilità può essere affidata all'interruttore differenziale generale, purché questo sia del tipo ad alta sensibilità, o ad un differenziale locale, che può servire anche per diversi bagni attigui.

#### 3.4.3.3.4 CONDUITTURE ELETTRICHE NEI LOCALI DA BAGNO

Possono essere usati cavi isolati in PVC tipo FM9 in tubo di plastica incassato a parete o nel pavimento.

#### 3.4.4 PROTEZIONE DELLE CONDUITTURE ELETTRICHE

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi o da corto circuiti.

La protezione contro i sovraccarichi deve essere effettuata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8.

In particolare, i conduttori devono essere scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) (valore di corrente calcolato in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente).

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) e una corrente in funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1,45 volte la portata ( $I_z$ ).

In tutti i casi devono essere soddisfatte le seguenti relazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \qquad I_f \leq 1,45 I_z$$

La seconda delle due disuguaglianze sopra indicate, è automaticamente soddisfatta nel caso d'impiego d'interruttori automatici conformi alle norme CEI 23-3 e CEI 17-5.

Gli interruttori automatici magnetotermici devono interrompere le correnti di corto circuito che possono verificarsi nell'impianto per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose secondo la relazione  $I^2 t \leq Ks^2$  (artt. 434.3, 434.3.1, 434.3.2 e 434.2 delle norme CEI 64-8).

Essi devono avere un potere d'interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto d'installazione.

È tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere d'interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere d'interruzione (artt. 434.3, 434.3.1., 434.3.2 delle norme CEI 64-8).

In questo caso le caratteristiche dei 2 dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia specifica passante,  $I^2 t$ , 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.

### 3.4.5 DISPOSIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI

#### 3.4.5.1 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

##### 3.4.5.1.1 *ASSEGNAZIONE DEI VALORI D'ILLUMINAZIONE.*

I valori medi d'illuminazione da conseguire e da misurare - entro 60 giorni dall'ultimazione dei lavori - su un piano orizzontale posto a 0,80 m dal pavimento, in condizioni d'alimentazione normali, devono essere corrispondenti a quanto indicato nella Norma UNI EN 12464-1 dedicata all'illuminazione dei luoghi di lavoro in interni e alla norma UNI 10840 dedicata all'illuminazione dei locali scolastici.

Per quanto non contemplato si rimanda alle Raccomandazioni Internazionali CEI.

Negli ambienti chiusi è ammesso sul piano orizzontale a 0,80 m dal pavimento, un coefficiente di uniformità (inteso come rapporto tra i valori minimo e medio di illuminazione) non inferiore a 0,5. Ove l'Amministrazione appaltante intenda che per qualche ambiente il coefficiente di uniformità debba avere valore diverso, dovrà farne esplicita richiesta.

In linea generale, ambienti adiacenti, fra i quali si hanno frequenti passaggi di persone dall'uno all'altro, non solo dovranno di norma avere differenze nei valori medi d'illuminazione inferiori al 75%, ma la qualità dell'illuminazione dovrà essere la stessa o simile.

All'aperto, il coefficiente di uniformità può raggiungere valori inferiori, fino a un minimo di 0,15, salvo particolari prescrizioni al riguardo.

##### 3.4.5.1.2 *TIPO D'ILLUMINAZIONE (O NATURA DELLE SORGENTI)*

Il tipo d'illuminazione deve essere prescritto dall'Amministrazione appaltante, scegliendolo fra i sistemi più idonei, di cui, a titolo esemplificativo, si citano i seguenti:

- a fluorescenza dei vari tipi;
- a vapori di mercurio;
- a ioduri metallici;
- a vapori di sodio;
- a tonalità variabile;
- a LED;

In ogni caso, i circuiti relativi ad ogni accensione o gruppo d'accensioni simultanee non dovranno avere un fattore di potenza a regime inferiore a 0,9 ottenibile eventualmente mediante rifasamento.

Devono essere presi opportuni provvedimenti per evitare l'effetto stroboscopico.

#### 3.4.5.1.3 *APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE*

Gli apparecchi devono essere dotati di schermi che possono avere compito di protezione e chiusura e/o di controllo ottico del flusso luminoso emesso dalla lampada.

Soltanto per ambienti con atmosfera pulita è consentito l'impiego d'apparecchi aperti con lampada non protetta.

Gli apparecchi devono essere in genere a flusso luminoso diretto per un miglior sfruttamento della luce emessa dalle lampade; per installazioni particolari, l'Amministrazione appaltante potrà prescrivere anche apparecchi a flusso luminoso diretto-indiretto o totalmente indiretto.

#### 3.4.5.1.4 *UBICAZIONE E DISPOSIZIONE DELLE SORGENTI*

Particolare cura si dovrà porre all'altezza e al posizionamento d'installazione, nonché alla schermatura delle sorgenti luminose per eliminare qualsiasi pericolo d'abbagliamento diretto e indiretto.

In mancanza di indicazioni, gli apparecchi di illuminazione si intendono ubicati a soffitto, con disposizione simmetrica e distanziati in modo da soddisfare il coefficiente di uniformità consentito.

E' tuttavia consentita la disposizione d'apparecchi a parete (applique), per esempio, nelle seguenti circostanze:

- sopra i lavabi a circa 1,80 m dal pavimento;
- in disimpegni di piccole e medie dimensioni, sopra la porta.

#### 3.4.5.1.5 *FLUSSO LUMINOSO EMESSO*

Con tutte le condizioni imposte, deve essere calcolato, per ogni ambiente, il flusso totale emesso in lumen, necessario per ottenere i valori di illuminazione in lux prescritti; per fare ciò s'impiegheranno le tabelle dei coefficienti di utilizzazione dell'apparecchio di illuminazione previsto.

Dal flusso totale emesso si ricaverà il numero e il tipo delle sorgenti luminose; quindi il numero degli apparecchi d'illuminazione in modo da soddisfare le prescrizioni espresse in merito ai lux necessari per tipo d'ambiente.

#### 3.4.5.2 *ALIMENTAZIONE DEI SERVIZI DI SICUREZZA*

È prevista per alimentare gli utilizzatori e i servizi indispensabili per la sicurezza delle persone, come ad esempio:

- luci di sicurezza scale, cabine di ascensori, passaggi, comunque dove la sicurezza lo richieda;

Sono ammesse le seguenti sorgenti:

- batterie di accumulatori;

- pile;
- altri generatori indipendenti dall'alimentazione ordinaria;
- linea di alimentazione dell'impianto utilizzatore (ad esempio dalla rete pubblica di distribuzione) indipendente da quella ordinaria solo quando sia ritenuto estremamente improbabile che le due linee possano mancare contemporaneamente;
- gruppi di continuità.

L'intervento deve avvenire automaticamente.

L'alimentazione dei servizi di sicurezza è classificata, in base al tempo T entro cui è disponibile, nel modo seguente:

- $T = 0$ : di continuità (per l'alimentazione d'apparecchiature che non ammettono interruzione);
- $T < 0,15$  s : a interruzione brevissima;
- $0,15$  s  $< T < 0,5$  s : a interruzione breve (ad es. per lampade di emergenza).

La sorgente d'alimentazione deve essere installata a posa fissa in locale ventilato, accessibile solo a persone addestrate; questa prescrizione non si applica alle sorgenti incorporate negli apparecchi.

La sorgente d'alimentazione dei servizi di sicurezza non deve essere utilizzata per altri scopi, salvo che per l'alimentazione di riserva, purché abbia potenza sufficiente per entrambi i servizi, e purché, in caso di sovraccarico, l'alimentazione dei servizi di sicurezza sia privilegiata.

Qualora s'impieghino accumulatori, la condizione di carica degli stessi deve essere garantita da una carica automatica e dal mantenimento della carica stessa. Il dispositivo di carica deve essere dimensionato in modo da effettuare entro 24 ore la ricarica (norme CEI 34-22).

Gli accumulatori non devono essere in tampono.

Non devono essere usate batterie per auto o per trazione.

Qualora si utilizzino più sorgenti e alcune di queste non fossero previste per funzionare in parallelo devono essere presi provvedimenti per impedire che ciò avvenga.

L'alimentazione di sicurezza può essere a tensione diversa da quella dell'impianto; in ogni caso i circuiti relativi devono essere indipendenti dagli altri circuiti, in pratica tali che un guasto elettrico, un intervento, una modifica su un circuito non comprometta il corretto funzionamento dei circuiti d'alimentazione dei servizi di sicurezza.

A tale scopo può essere necessario utilizzare cavi multipolari distinti, canalizzazioni distinte, cassette di derivazione distinte o con setti separatori, materiali resistenti al fuoco, circuiti con percorsi diversi ecc.

Va evitato, per quanto possibile, che i circuiti dell'alimentazione di sicurezza attraversino luoghi con pericolo d'incendio; quando ciò non sia in pratica possibile i circuiti devono essere resistenti al fuoco.

È opportuno non proteggere i circuiti di sicurezza contro i sovraccarichi.

La protezione contro i corto circuiti e contro i contatti diretti deve essere idonea nei confronti sia dell'alimentazione ordinaria, sia dell'alimentazione di sicurezza, o, se previsto, di entrambe in parallelo.

I dispositivi di protezione contro i corto circuiti devono essere scelti e installati in modo da evitare che una sovracorrente su un circuito comprometta il corretto funzionamento degli altri circuiti di sicurezza.

I dispositivi di protezione, comando e segnalazione devono essere chiaramente identificati e, ad eccezione di quelli d'allarme, devono essere posti in un luogo o locale accessibile solo a persone addestrate.

Negli impianti d'illuminazione il tipo di lampade da usare deve essere tale da assicurare il ripristino del servizio nel tempo richiesto, tenuto conto anche della durata di commutazione dell'alimentazione.

Negli apparecchi alimentati da due circuiti diversi, un guasto su un circuito non deve compromettere né la protezione contro i contatti diretti e indiretti, né il funzionamento dell'altro circuito.

Tali apparecchi devono essere connessi, se necessario, al conduttore di protezione di entrambi i circuiti.

Il Tecnico

Destro per.ind. Manolo

