

Comune di Norcia (PG)

Restauro conservativo ed adeguamento antisismico della Torre Civica e del Palazzo Comunale di Norcia



Sponsorizzazione tecnica:
Fondazione Brunello e Federica Cucinelli
Responsabile Unico del Procedimento geom. Livio Angeletti

Progettista:

Ing. Stefano Podestà
P.I. 01499370995
C.F. PDS SFN 71H24D969D
stefano.podesta@yellowroom.it

Firma:

.....

Collaboratori:

Arch. Giovanni Merialdo
Ing. Chiara Romano
Ing. Chiara Luchini
Ing. Francesca Porta

Arch. Giovanni Merialdo
P.I. 01387460999
CF MRLGNN70D20D969A
giovanni.merialdo@yellowroom.it

.....

Yellow Room Engineering
Via Luccoli 21/2 - Palazzo Pastorino
16123 Genova



Progettista Impianti Elettrici:

Dott. Ing. Marco Valigi
marco.valigi@fluproject.it

Firma:

.....



Mechanical Electrical and Fire Protection Systems Design.
Via della Madonna Alta 138/A - PERUGIA

Via della Madonna Alta, 138/A - 06128 Perugia - Italy
Tel.: (+39) 075 58 49 121 Fax: (+39) 075 58 47 448
E-mail: info@fluproject.it Web: www.fluproject.it

Elaborato:

**TORRE CIVICA
CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE TECNICA -
IMPIANTI**

Revisione:

0

Data:

2019/01/28

ID elaborato:

B_R_G04TB

IMPIANTI ELETTRICI SPECIALI

PREMESSA

Il presente fascicolo contiene le prescrizioni tecniche generali e particolari per la realizzazione degli impianti elettrici e speciali.

Le scelte di progetto e le caratteristiche degli impianti sono state definite con la progettazione generale, tenendo presente sia le esigenze di servizio sia gli aspetti distributivi generali del complesso.

Gli impianti devono essere realizzati secondo le prescrizioni del presente fascicolo, dell'elenco prezzi unitari, degli elaborati grafici, della relazione tecnica descrittiva e secondo le buone regole dell'arte, intendendosi con tale denominazione tutte le norme codificate di corretta esecuzione dei lavori.

Il presente fascicolo è suddiviso in tre parti:

- la prima, precisa le modalità di realizzazione degli impianti, le scelte progettuali, i dati di riferimento per il dimensionamento e le caratteristiche tecniche, le normative di riferimento, le verifiche e gli oneri per la ditta appaltatrice;
- la seconda precisa le prescrizioni tecniche generali richieste;
- la terza fa riferimento alle caratteristiche generali di apparecchiature e di materiali da installare senza alcun riferimento alla destinazione ed alle specifiche dimensionali tipiche del progetto.

Si deve far riferimento dunque a questa seconda parte per le caratteristiche dei materiali e per le modalità di posa, per le loro proprietà fisico dimensionali, per i collaudi, ecc.

Possono essere elencati anche materiali ed apparecchiature non previste nel progetto specifico.

A) NORME GENERALI

A.1) OSSERVANZA DI LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI

Tutti gli impianti, i materiali e le apparecchiature devono essere realizzati a regola d'arte, come prescritto dalle Leggi N. 186 del 1/3/1968 e D.M. n° 37 del 22/01/2008.

Le caratteristiche degli impianti e dei loro componenti devono essere conformi:

- alle Leggi ed ai Regolamenti vigenti al momento del Contratto;
- alle Norme CEI;
- alle prescrizioni dei VV.F. e delle Autorità Locali;
- alle prescrizioni ed alle indicazioni dell'Ente erogatore dell'energia elettrica, per quanto di sua competenza;
- alle prescrizioni dell'Ente incaricato del Servizio Telefonico.

Le principali Leggi e Norme di riferimento sono elencate, in modo non esaustivo, di seguito:

CEI 0-2	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;
CEI 0-16	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica;
CEI 0-21	Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica;
CEI 3-14	Segni grafici per schemi elettrici; elementi dei segni grafici, segni grafici distintivi e segni di uso generale;
CEI 3-15	Segni grafici per schemi; conduttori e dispositivi di connessione;
CEI 3-18	Segni grafici per schemi; produzione trasformazione e conversione dell'energia elettrica;
CEI 3-19	Segni grafici per schemi; apparecchiature e dispositivi di comando e protezione;
CEI 3-20	Segni grafici per schemi; strumenti di misura, lampade e dispositivi di segnalazione;
CEI 3-23	Segni grafici per schemi; schemi e piani di installazione architettonici e topografici;
CEI 3-25	Segni grafici per schemi; generalità;
CEI 3-32	Raccomandazioni generali per la preparazione degli schemi elettrici;
CEI 11-8	Impianti di produzione, trasporto, distribuzione di energia elettrica; impianti di messa a terra;
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasporto, distribuzione di energia elettrica; linee in cavo;
CEI 11-18	Impianti di produzione, trasporto, distribuzione di energia elettrica; dimensionamento degli impianti in relazione alle tensioni;
CEI 11-35	Guida per l'esecuzione di cabine elettriche MT/BT del cliente/utente finale;

CEI 11-37	Guida per l'esecuzione degli impianti di terra nei sistemi utilizzatori di energia alimentati a tensione maggiore di 1kV;
CEI 12-15	Impianti centralizzati d'antenna;
CEI 17-5	Interruttori automatici per corrente alternata e tensione nominale non superiore a 1000 V e per corrente continua e tensione nominale non superiore a 1200 V;
CEI 17-6	Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1 a 72.5 kV;
CEI 17-13	Apparecchiature costruite in fabbrica -ACF- (quadri elettrici) per tensioni non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1200 V in corrente continua;
CEI 20-14	Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado di isolamento superiore a 3 (per sistemi con tensione nominale da 1 a 20 kV);
CEI 20-19	Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
CEI 20-22	Cavi non propaganti l'incendio;
CEI 20-29	Conduttori per cavi isolati;
CEI 20-32	Cavi con neutro concentrico isolati con gomma etilpropilenica ad alto modulo, per sistemi a corrente alternata con tensione non superiore a 1 kV;
CEI 20-37	Cavi elettrici: prove sui gas emessi durante la combustione;
CEI 20-38	Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi; parte I - tensione nominale non superiore a 0.6/1 kV;
CEI 23-3	Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari (per tensione alternata non superiore a 415 V);
CEI 23-5	Prese a spina per usi domestici e similari;
CEI 23-8	Tubi protettivi rigidi in polivinilcloruro e accessori;
CEI 23-11	Interruttori e commutatori per apparecchi per usi domestici e similari;
CEI 23-12	Prese a spina per usi industriali;
CEI 23-14	Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori;
CEI 23-18	Interruttori differenziali per usi domestici e similari e interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati, per usi domestici e similari;
CEI 23-25	Tubi per installazioni elettriche; prescrizioni generali;
CEI 23-28	Tubi per installazioni elettriche - parte II: norme particolari per tubi - sez.I tubi metallici;
CEI 23-29	Tubi in materiale plastico rigido per cavidotti interrati;
CEI 23-31	Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi;
CEI 34-21	Apparecchi di illuminazione. Parte I; prescrizioni generali e prove;
CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione. Parte II; requisiti particolari: apparecchi di illuminazione di emergenza;

CEI 34-23	Apparecchi di illuminazione. Parte II; requisiti particolari: apparecchi fissi per uso generale;
CEI 64-2	Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione;
CEI 64-2/A	Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione; appendici;
CEI 64-8	Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua;
CEI 64-12	Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
CEI 64-50	Edilizia residenziale - Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori, ausiliari e telefonici;
CEI 70-1	Gradi di protezione degli involucri; classificazione;
CEI 79-2	Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione; norme particolari per le apparecchiature;
CEI 79-3	Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione; norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione;
CEI EN 62305-1/4	Protezione di strutture contro i fulmini;
CEI EN 61936-1	Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in c.a. Parte 1: Prescrizioni comuni;
CEI EN 50522 2011-03	Messa a terra degli impianti elettrici a tensione superiore a 1 kV in c.a.;
CEI 103-1/parti succ.	Impianti telefonici interni;
DLgs n. 81/08	Attuazione delle direttive riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori nei luoghi di lavoro;
DLgs n. 106/17	Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento (UE) n. 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.
D.M. del 18/12/1975	Norme tecniche relative all'edilizia scolastica;
D.M. del 10/4/1984	In Eliminazione dei radiodisturbi;
D.M. del 8/3/1985	Direttive urgenti di prevenzione incendi;
D.M. del 9/12/1987	Attuazione direttiva CEE n. 84/529 relativa agli ascensori elettrici;
D.M. n. 449 del 21/03/1988	Approvazione delle norme tecniche per la progettazione e l'esecuzione e l'esercizio delle linee elettriche aeree esterne;
D.M. del 09/01/1996	(Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in c.a. normale.....);
D.M. del 18/03/1996	Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi;
D.M. del 19/08/1996	Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, costruzione ed esercizio dei locali di intrattenimento e di pubblico spettacolo;
D.M. del 10/03/1998	Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro;
D.M. n. 37 del 22/01/2008	Norme per la sicurezza degli impianti all'interno degli edifici;
D.P.R 1497 del 29/5/1963	Regolamento per ascensori e montacarichi in servizio privato;

D.P.R. n. 384 del 27/4/1978	Regolamento di attuazione dell'art.27 della L.n.118 del 30/3/1971 relativa all'eliminazione delle barriere architettoniche a favore dei portatori di handicap;
D.P.R. 380 del 06/06/2001	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia;
D.P.R. n. 462 del 22/10/2001	Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi;
Legge n. 186 del 1/3/1968	Disposizioni concernenti la produzione dei materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici;
Legge n. 791 del 18/10/1977	Attuazione direttiva CEE n.73/23 relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro determinati limiti di tensione;
Legge n. 818 del 7/12/1984	Nulla osta provvisorio per le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi;
Legge n.13 del 9/1/1989	Disposizioni per favorire il superamento e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati;
UNI 9795	Sistemi fissi automatici di rilevazione incendi e di segnalazione manuale di incendio;
UNI 11222	Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici. Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo;
UNI EN 12601	Gruppi elettrogeni mossi da motori alternativi a combustibile a combustione interna UNI EN 12464 Illuminazione di interni con luce artificiale;
UNI EN 1838	Illuminazione di emergenza;
UNI EN 5017 (CEI 34-1002)	Sistemi di alimentazione centralizzata;
UNI EN 62034 (CEI 34-117)	Sistemi di verifica automatica per l'illuminazione di sicurezza;
UNI EN 54-16	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 16: Apparecchiatura di controllo e segnalazione per i sistemi di allarme vocale;
UNI EN 54-24	Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio - Parte 24: Componenti di sistemi di allarme vocale – Altoparlanti;
UNI ISO 724019	Sistemi fissi di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio;
D.L. 615/96	Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di riavvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità elettromagnetica.
89/336CEE	Direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989 per il riavvicinamento delle legislazioni degli Stati Membri relative alla compatibilità elettromagnetica;
\93/68CEE	Direttiva 93/68/CEE del Consiglio del 22 luglio 1993 che modifica le direttive del Consiglio 87/404/CEE (recipienti semplici a pressione), 88/378/CEE (sicurezza dei giocattoli), 89/106/CEE (prodotti da costruzione), 89/336/CEE (compatibilità elettromagnetica), 89/392/CEE (macchine), 89/686/CEE (dispositivi di protezione individuale), 90/384/CEE (strumenti per pesare a funzionamento non automatico),

90/385/CEE (dispositivi medici impiantabili attivi), 90/396/CEE (apparecchi a gas), 91/263/CEE (apparecchiature terminali di telecomunicazione), 92/42/CEE (nuove caldaie ad acqua calda alimentate con combustibili liquidi o gassosi) e 73/23/CEE (materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione)

EN 50091-1-1	Sistemi Statici di Continuità (UPS) “Prescrizioni generali e di sicurezza per UPS utilizzati in aree accessibili all’operatore”;
EN 50091-2	Sistemi Statici di Continuità (UPS) “Prescrizioni di compatibilità elettromagnetica (EMC)” Classe RS;
EN 50091-3	Sistemi Statici di Continuità (UPS) “Prescrizioni di prestazione e metodi di prova;
Legge 1086/71	(La nuova disciplina per le opere in conglomerato cementizio armato);
Circ. M.LL.PP. n. 252/96	(Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per il calcolo.....);
Circ. M.LL.PP. n.156/96	(Istruzioni per l’applicazione delle Norme tecniche per carichi e sovraccarichi).

A.2) VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI

Verifiche in corso d’opera – accettazione provvisoria

Durante il corso dei lavori l'Ente appaltante si riserva di eseguire verifiche e prove preliminari sugli impianti o parti d'impianti in modo da poter tempestivamente intervenire in caso di mancato rispetto delle prescritte disposizioni.

Le verifiche potranno consistere nell'accertamento della rispondenza dei materiali impiegati con quelli stabiliti, nel controllo delle installazioni secondo le disposizioni contrattuali o convenute, nonché nell'esecuzione delle prove più avanti riportate; di tutte le prove e verifiche, la cui esecuzione avverrà a cura dell'Ente appaltante con personale messo a disposizione dall'Appaltatore, si redigerà apposito verbale.

Prove di accettazione provvisoria da effettuarsi prima del collaudo definitivo degli impianti e comunque necessarie per l'attivazione di parti di impianto:

Verifiche in officina

Verranno effettuati alla presenza di responsabili dell'E.A. ed avranno per oggetto la verifica dello stato di avanzamento delle forniture, con possibilità di collaudo di alcuni componenti.

I responsabili dell'E.A. dovranno godere di libero accesso alle officine dell'Appaltatore e dei suoi subfornitori.

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

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

Prove in fabbrica

Verranno effettuati alla presenza di responsabili dell'E.A., sui prodotti finiti.

In particolare verranno provati presso le officine dei costruttori, sottoponendoli alle prove di accettazione previste dalle Norme CEI, i seguenti componenti:

- quadri di media tensione (Norme CEI 17-6);
- quadri di bassa tensione (Norme CEI 17-13);
- trasformatori (Norme CEI 14.4);
- apparecchi illuminanti (Norme CEI 34-21, 34-22, 34-23);
- cavi antifiamma (Norme CEI 20-22);
- gruppi elettrogeni;
- gruppi di continuità;
- centraline autonome;
- apparecchiature elettroniche di gestione e controllo.

Per i gruppi di continuità e per i gruppi elettrogeni, in particolare, dovranno essere effettuate le seguenti prove e verifiche:

a) Gruppi di continuità:

- controllo a vista delle apparecchiature;
- controllo della tensione in uscita a pieno carico, con variazioni della tensione in ingresso del $\pm 10\%$;
- verifica dell'andamento della tensione in uscita al variare del carico, equilibrato e squilibrato;
- misura del fattore di potenza verso rete in ogni condizione di carico;
- verifica del funzionamento del by-pass;
- controllo del rendimento del sistema, dai morsetti di ingresso ai morsetti di uscita, compresa autoventilazione, a diversi valori del carico (25% - 50% - 75% - 100%), ed a diversi $\cos \varphi$;
- misure di sovraccarico di breve o lunga durata;
- verifica protezioni di massima corrente e loro selettività;
- verifica della capacità di sovraccarico del gruppo nel tempo;
- controllo delle protezioni, degli allarmi e della strumentazione;
- controllo delle operazioni di manutenzione (accessibilità delle pareti e facilità di intervento).

b) Gruppi elettrogeni:

- avviamento a vuoto del gruppo con simulazione della mancanza e del successivo ritorno della rete;
- avviamento a carico del gruppo, a diversi livelli di carico nominale: 25% - 50% - 75%;
- misura della tensione e della frequenza nelle diverse condizioni di carico;
- registrazione delle grandezze elettriche nella fase di presa del carico;
- misura della forma d'onda e analisi delle armoniche;
- prova di funzionamento a carico nominale per 15 minuti;
- rilievo dei consumi di carburante;
- prove sui quadri elettrici secondo le norme CEI;
- controllo e prove in bianco delle logiche di funzionamento.

Dovranno essere redatti i verbali dei collaudi eseguiti, contenenti le indicazioni sulle modalità di esecuzione, sui risultati ottenuti e sulla rispondenza alle prescrizioni del capitolato.

I verbali dovranno essere consegnati con gli impianti alle prove finali di funzionamento.

Prove in loco

Verranno effettuati alla presenza di responsabili dell'E.A. e della D.L. sugli impianti completi o parti di essi.

Le prove per quadri elettrici e linee elettriche saranno eseguite durante le prove sugli impianti tecnologici cui si riferiscono.

Le prove dovranno accertare la rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge, alle Norme CEI ed a tutto quanto espresso nelle prescrizioni generali e in quelle particolari, tenuto conto di eventuali modifiche concordate in corso d'opera, sia per quanto riguarda l'efficienza delle singole parti che della loro installazione.

A titolo esemplificativo, elenchiamo le verifiche e/o attività che potranno essere richieste senza alcun onere aggiuntivo per l'E.A.:

- 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.
- 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:
prova di isolamento prima della messa in servizio;
prova di funzionamento di tutte le apparecchiature, degli interblocchi e degli automatismi.

Per i gruppi di continuità e per i gruppi elettrogeni, in particolare, dovranno essere effettuate le seguenti prove e verifiche:

- a) Gruppi di continuità:
 - Esame a vista, con controllo delle apparecchiature e delle loro connessioni;
 - controllo delle sicurezze;
 - controllo della tensione in uscita a pieno carico, con variazioni della tensione in ingresso del $\pm 10\%$;
 - verifica dell'andamento della tensione in uscita al variare del carico, equilibrato e squilibrato;
 - rilevamento del contenuto di armoniche nella corrente assorbita ed erogata al carico;
 - controllo del funzionamento del by-pass;
 - misura della stabilità in frequenza;
 - misure di sovraccarico di breve o lunga durata;
 - verifica della capacità di sovraccarico del gruppo nel tempo;
 - controllo della capacità di ricarica delle batterie da parte del raddrizzatore e verifica del ciclo di carica;
 - verifica dell'ondulazione residua della tensione di batteria;
 - verifica funzionale dei teleallarmi e dei telecomandi.

b) Gruppi elettrogeni:

- avviamento a vuoto;
- simulazione della mancanza e del successivo ritorno della rete, con carico inserito;
- verifica di funzionamento dell'impianto gasolio;
- misura della rumorosità;
- verifica dell'efficacia delle protezioni, per l'arresto di emergenza;
- misura e registrazione della corrente, della tensione e della frequenza in regime stazionario e con carico variabile;
- messa in parallelo di più gruppi (se previsti), con passaggio del carico su una sola macchina e successivo ripristino del parallelo;
- controllo dei tempi di avviamento e di spegnimento del motore dopo il ritorno della rete;
- controllo di tutti i dispositivi di commutazione e delle sequenze di inserimento dei carichi.

Le verifiche e prove verranno effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dall'Appaltatore. Per tale onere non è previsto alcun compenso.

Il Direttore dei Lavori, qualora riscontri dalle prove preliminari imperfezioni di qualsiasi genere relative ai materiali impiegati od all'esecuzione, prescriverà con appositi ordini di servizio i lavori che l'impresa dovrà eseguire per mettere gli impianti nelle condizioni contrattuali e il tempo concesso per la loro attuazione; soltanto dopo aver accertato con successive verifiche e prove che gli impianti corrispondono in ogni loro parte a tali condizioni, redigerà il verbale delle prove facendo esplicita dichiarazione che da parte dell'Appaltatore sono state eseguite tutte le modifiche richieste a seguito delle prove preliminari.

Resta inteso che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine, che abbiano a riscontrarsi fino alla scadenza dei termini di garanzia.

Documenti per la denuncia all'ASL della rete di terra

L'Appaltatore dovrà produrre la seguente documentazione e le misurazioni necessarie alla denuncia, all'ASL territoriale, del sistema di messa a terra:

- planimetrie dell'impianto di terra realizzato con le seguenti indicazioni;
- posizione dei dispersori, loro numerazione e relativo valore della resistenza di terra;
- tipo e sezione dei conduttori di terra e dei conduttori di collegamento ai singoli collettori;
- album con fotografie di alcune zone specifiche dell'impianto;
- modello "B" (standard ASL) debitamente compilato
- dichiarazione dell'Appaltatore che l'impianto è stato eseguito in conformità alle norme, alle leggi ed ai decreti vigenti;
- misura della resistenza di terra del dispersore;
- relazione e misura dell'impedenza dell'anello di guasto (Z_g);
- relazione e misura delle tensioni di passo e di contatto.

Tutta la documentazione dovrà essere presentata all'E.A. prima delle prove finali

Documenti per la denuncia all'ASL dell'impianto protezione scariche atmosferiche

L'Appaltatore dovrà produrre la documentazione necessaria per la denuncia, all'ASL territoriale, del sistema di protezione scariche atmosferiche.

In particolare dovranno essere consegnati:

- planimetrie dell'impianto, con posizionati gli organi di captazione, di discesa e di dispersione;
- tipo e sezioni dei conduttori;
- album con fotografie di zone specifiche dell'impianto;
- dichiarazione dell'Appaltatore che l'impianto è stato eseguito in conformità alle norme, leggi e decreti in vigore;
- relazione di calcolo e misure relative.

A.3) VERIFICHE E PROVE FINALI

Il Direttore dei Lavori a opere completamente ultimate e funzionanti e dopo che siano state eseguite positivamente le prove e verifiche preliminari di cui al precedente articolo, procederà in contraddittorio con la Ditta esecutrice alle "verifiche e prove finali" e di funzionamento, intese ad accertare la corrispondenza delle opere eseguite a tutte le condizioni contrattuali.

Se i risultati saranno positivi, verrà rilasciato il certificato di ultimazione dei lavori.

In base alle norme CEI 64-8 Cap. X le prove si suddividono in due parti:

- esami a vista che, avvalendosi della documentazione "as built", accertino che i componenti dell'impianto elettrico siano conformi alle prescrizioni di sicurezza, siano stati scelti correttamente ed installati secondo normativa, siano integri in modo da non compromettere la sicurezza;
- prove e misure per accertare la rispondenza delle parti di impianto ai dati progettuali ed alla normativa in vigore.

Tali verifiche e prove verranno effettuate con personale e mezzi messi a disposizione dell'Appaltatore. Gli oneri per queste prove sono inclusi nei prezzi unitari di elenco.

Si intende che nonostante l'esito favorevole di esse l'Appaltatore rimane responsabile delle deficienze di qualunque natura e origine che abbiano a riscontrarsi fino al collaudo definitivo e fino alla scadenza dei termini di garanzia.

- **esame completo a vista** atto ad accertare (CEI 64-8 art.611):
 - il rispetto delle prescrizioni contrattuali;
 - la corretta installazione dei componenti dell'impianto, con particolare riferimento all'inesistenza di danneggiamenti tali da compromettere la sicurezza;
 - il grado di protezione dei componenti, con riferimento alle influenze esterne, alle distanze delle barriere ed alle altre misure di protezione necessarie;
 - la corretta identificazione dei circuiti, dei comandi e delle protezioni;
 - il grado di isolamento e sezione dei conduttori, con riferimento ai dispositivi di protezione e sezionamento esistenti;
 - il rispetto generale della normativa CEI, sia per quanto riguarda la tipologia che l'installazione
 - la presenza di schemi e cartelli monitori;
 - verifica dei sistemi di protezione contro i contatti diretti (barriere, involucri, ecc.);
 - presenza di barriere tagliafuoco o altro per impedire la propagazione del fuoco o altri effetti termici;
 - verifica dei conduttori per la portata e la caduta di tensione;

- verifica dei dispositivi di protezione e di segnalazione a funzionamento continuo;
 - controllo della corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e comando;
 - identificazione dei conduttori di neutro e di protezione;
 - presenza di schemi, cartelli monitori, schemi a parete delle centrali e dei quadri elettrici;
 - identificazione dei circuiti, dei cavi, dei morsetti, degli interruttori, ecc.;
 - verifica idoneità connessioni dei conduttori;
 - verifica accessibilità dell'impianto per interventi operativi e di manutenzione.
- **misura della resistenza d'isolamento** dei circuiti (fasi e neutro) verso terra e tra di loro, effettuata ai valori di tensione e con i risultati minimi da ottenere stabiliti dall'art.612.3 delle Norme CEI 64-8;
 - **verifica della continuità dei conduttori di protezione**, e dei collegamenti equipotenziali, come previsto all'art.612.2 CEI 64-8;
 - **verifica della protezione dai contatti indiretti**, eseguita con controllo del corretto funzionamento dei dispositivi di interruzione automatica dei circuiti (art.612.6) in relazione all'impianto di terra ed ai circuiti di protezione esistenti;
 - **verifica della protezione dalle sovracorrenti ed interruzione automatica dell'alimentazione**, con riferimento al coordinamento delle tarature dei dispositivi di protezione, dei relativi poteri di interruzione ed energie specifiche passanti in relazione ai cavi protetti;
 - **misura della caduta di tensione**, eseguita per circuiti scelti a campione nelle condizioni di carico più gravose (dati progettuali);
 - **verifica sfilabilità cavi**, eseguita in tratti di tubazioni e condotti per una lunghezza pari complessivamente ad una percentuale compresa tra l'1% ed il 3% della lunghezza totale; si verifica in questa occasione sia l'assenza di danneggiamenti che il grado di riempimento delle condutture;
 - **verifiche illuminotecniche**, atte a determinare i valori minimi, massimi e medi dei principali parametri illuminotecnici;
 - **prove di funzionamento** (art.612.9)
Tutte le prove sopramenzionate saranno eseguite con le procedure ed i criteri stabiliti dalle Norme CEI 64-8 sez.6;
 - **verifica del valore della resistenza di terra R_t** ;
 - **verifica della protezione per separazione elettrica**;
 - **verifica e misura impianto scariche atmosferiche.**

A.4) DOCUMENTI DA ALLEGARE

Documentazione da allegare

L'Appaltatore dovrà presentare la relazione con i risultati ottenuti nelle varie fasi di verifica corredata di diagrammi, calcoli, curve di intervento e di tutto quanto può servire al controllo dei risultati ottenuti.

Si procederà inoltre ad un esame generale e dettagliato delle opere realizzate e ad una verifica della loro conformità:

- ai disegni di progetto e schemi di principio imposti;
- alle norme e regolamenti in vigore.

La presa in consegna provvisoria costituirà soltanto la prova del generico funzionamento e non quella del raggiungimento delle garanzie prescritte in capitolato, né del regolare ed ineccepibile funzionamento.

All'atto della consegna provvisoria dovranno essere consegnati ai responsabili dell'esercizio tutti gli attrezzi ed utensili, nonché tutte le dotazioni di rispetto per i macchinari previsti.

A.5) MANUALE OPERATIVO

Prima della redazione del verbale di ultimazione dei lavori da parte della committente, l'Appaltatore dovrà aver provveduto alla compilazione e alla consegna in duplice copia del Manuale Operativo relativo agli impianti eseguiti.

In particolare il manuale deve contenere una descrizione sintetica del funzionamento dei singoli impianti e delle principali apparecchiature, i disegni schematici dei quadri elettrici.

Completerà il manuale, la documentazione riguardante la strumentazione di regolazione, allarme e sicurezza; gli schemi dovranno essere quotati con i dati di taratura e messa a punto finale.

A.6) GARANZIA DEGLI IMPIANTI

La ditta appaltatrice ha l'obbligo di garantire tutti gli impianti, sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia infine per il regolare funzionamento, per un periodo di anni 2 (due) decorrenti dalla data della consegna provvisoria degli impianti alla E.A..

La consegna provvisoria degli impianti avverrà dopo l'esecuzione delle prove e verifiche finali con esito positivo.

Pertanto, fino al termine di tale periodo, la ditta appaltatrice dovrà riparare tempestivamente e a sue spese, i guasti e le imperfezioni che si verificassero negli impianti per causa della cattiva qualità dei materiali e per difetti di montaggio o funzionamento, escluse soltanto le riparazioni dei danni che, a giudizio dell'E.A., non possano attribuirsi all'ordinario esercizio dell'impianto, ma ad evidente imperizia o negligenza del proprio personale di esercizio.

Qualora, dopo la scadenza del periodo di garanzia e fino a 10 anni dall'ultimazione dei lavori, si manifestassero guasti o anomalie di funzionamento, dovuti a vizi occulti dell'opera, la ditta dovrà provvedervi a propria cura e spese.

Con la firma del contratto la ditta riconosce essere a proprio carico anche il risarcimento all'E.A. di tutti i danni, sia diretti che indiretti, che potessero essere causati da guasti o anomalie funzionali degli impianti fino alla fine del periodo di garanzia sopra definito (compresi i 10 anni per i vizi occulti).

Per quanto non contemplato nel presente capitolato, si farà riferimento alle normative e/o consuetudini vigenti e alle disposizioni del Codice Civile.

A.7) ALTRI ONERI A CARICO DELLA DITTA APPALTATRICE

Sono altresì a carico della Ditta Appaltatrice, oltre a quanto riportato nelle presenti specifiche ed oltre alla fornitura e posa in opera degli impianti descritti nel computo metrico e negli elaborati grafici di progetto i seguenti ulteriori ONERI.

La redazione degli elaborati di progetto nella versione "as built" avverrà a cura dell'Appaltatore, che provvederà, a tale scopo, a revisionare gli elaborati di progetto ricevuti con le eventuali variazioni

intervenute in corso d'opera, ad eseguire i disegni di cantiere e a produrre tutti gli elaborati relativi a particolari di realizzazione dell'opera.

I disegni di progetto "come costruito" conterranno indicazioni complete relative a tutti i percorsi, di qualsiasi tipo, delle condutture, la posizione delle cassette di derivazione, di tutti i componenti e delle apparecchiature, degli elementi dell'impianto di terra, le caratteristiche dei circuiti principali e secondari con relativi quadri od elementi di protezione. Nel caso in cui siano state eseguite delle scelte dimensionali, distributive e tipologiche non previste nel progetto iniziale e per le quali sia stata espressamente autorizzata l'autonomia dell'Appaltatore, dovranno essere forniti tutti i criteri, e le ipotesi di calcolo, assunti.

A completamento delle operazioni di accettazione degli impianti, l'Appaltatore redige uno specifico **programma di manutenzione** per le opere realizzate, nel quale saranno almeno contenuti:

- elenco dei componenti impiegati e delle principali parti di ricambio consigliate;
- elenco degli interventi di manutenzione da eseguirsi e relativa periodicità;
- elenco delle verifiche strumentali da eseguirsi periodicamente, specificando i parametri di accettabilità di ogni singola verifica.

Inoltre, sono a carico della Ditta Appaltatrice:

- Tutti i rapporti con gli enti (ENEL/AGS, Telecom, Gestore illuminazione pubblica, ecc.);
- Gestione pratiche e produzione della documentazione agli enti per l'allacciamento degli impianti;
- Interfacciamento tra Enti fornitori e Committenza.

A.8) COLLAUDO DEFINITIVO

Il collaudo definitivo degli impianti, da eseguirsi entro i termini stabiliti dal Capitolato Generale d'Appalto, prevedrà l'esecuzione di tutti i controlli già eseguiti per l'accettazione provvisoria, al fine di verificare se le condizioni per le quali il collaudo provvisorio aveva dato esito positivo non si siano alterate nel periodo intercorrente tra la precedente operazione e la presente (e verificare altresì l'eliminazione di eventuali deficienze riscontrate); si eseguiranno inoltre le seguenti operazioni:

- controllo del corretto rispetto di tutte le Leggi e Norme tecniche generali e particolari;
- controllo del corretto rispetto di tutte le Leggi e Norme tecniche generali e particolari;
- controllo che gli impianti ed i lavori corrispondano alle prescrizioni contrattuali, di progetto ed a tutte le eventuali varianti richieste dalla D.L.;
- controllo dell'avvenuta trasmissione, agli organi di competenza, della denuncia degli impianti di terra (DPR 462/01), della dichiarazione di conformità (D.M.37/08), e delle eventuali ulteriori certificazioni occorrenti;
- controllo della avvenuta redazione degli elaborati di progetto nella versione "come costruito";
- raccolta su idonei contenitori di tutte le specifiche tecniche delle principali apparecchiature installate con indicate le caratteristiche tecniche, le istruzioni per il montaggio e per la corretta manutenzione;
- esecuzione di collaudo funzionale delle principali apparecchiature installate ad opera della assistenza ufficiale delle stesse con compilazione delle relative garanzie;
- dichiarazione di conformità (ai sensi art. 7, D.M. 37/08) di tutti gli impianti realizzati corredata degli allegati obbligatori quali:
 - o relazione sulle tipologie dei materiali utilizzati;
 - o attestato del possesso dei requisiti previsti dalla normativa.

A.9) STANDARD DI QUALITA' DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE

GENERALITA'

Per quanto riguarda le caratteristiche tecniche e funzionali dei materiali, delle apparecchiature e dei macchinari che dovranno essere impiegati nella realizzazione delle opere nonché le loro modalità di installazione e verifica si rimanda alle specifiche tecniche dei materiali, alle schede tecniche allegate.

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione delle opere devono essere della migliore qualità, ben lavorati e perfettamente rispondenti al servizio cui sono destinati.

L'impresa Appaltatrice dovrà scegliere, fra l'elenco marche di riportato di seguito quelle marche che intende fornire o, in casi particolari anche una singola marca specifica.

In particolare l'Appaltatore è obbligato, prima di procedere all'ordinazione, a sottoporre alla DL per ogni tipo di componente e per ciascun iter le specifiche di riferimento, debitamente compilate, evidenziando eventuali varianti introdotte.

Qualora una singola apparecchiatura non sia riportata nell'elenco l'impresa dovrà chiaramente indicare in offerta la marca delle apparecchiature e la provenienza dei materiali che essa intende fornire.

Si ricorda che non sono ammessi prototipi od apparecchi per i quali non è documentata una sicura efficienza di almeno due anni di funzionamento in condizione analoghe o più severe di quelle previste per l'impiego considerato nella presente applicazione.

Dove è indicato un solo nominativo risulta evidente che non esiste ventaglio di scelta, ma l'Appaltatore deve utilizzare il solo fornitore ammesso.

Tali marche ed all'interno delle stesse gli specifici articoli e le caratteristiche costruttive degli stessi, dovranno essere approvate dalla Committente che, in caso contrario, avrà la facoltà di richiedere l'adozione di marche di propria scelta, senza che per tale motivo l'impresa possa pretendere maggiori compensi.

L'impresa, dietro richiesta dell'Appaltante, ha l'obbligo di esibire i documenti comprovanti la provenienza dei diversi materiali.

Qualora la Direzione dei Lavori rifiuti il materiale, anche se già posto in opera, purché a suo insindacabile giudizio non li ritiene rispondenti alla perfetta riuscita e funzionalità degli impianti, l'impresa dovrà immediatamente sostituirli, a sua cura e spese, con altri che siano accettati.

La D.L. potrà inoltre richiedere a suo insindacabile giudizio la campionatura di tutti quei componenti per i quali ritiene necessario tale procedura.

B) PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

B.1) NOTE GENERALI

Le Prescrizioni Tecniche Generali che seguono rappresentano quelle minime richieste per apparecchiature e materiali. Essendo di carattere generale, esse possono talvolta comprendere apparecchiature e materiali non previsti nel presente appalto.

Nel caso vengano richieste caratteristiche diverse da quelle indicate in questa Parte Seconda, esse saranno chiaramente precisate negli altri elaborati di progetto.

Eventuali varianti rispetto a quanto specificato nelle presenti prescrizioni, nella Descrizione Impianti e/o sui disegni di progetto dovranno essere evidenziate in offerta e potranno essere accettate, ad insindacabile giudizio dell'E.A., solo se ben documentate e giustificate.

B.2) SICUREZZA ELETTRICA

Definizioni

Con riferimento alle norme CEI 64-8, vengono evidenziate le seguenti definizioni:

Impianto di terra

Insieme dei dispersori, dei conduttori di terra, dei collettori (o nodi) di terra e dei conduttori di protezione ed equipotenziali destinato a realizzare la messa a terra di protezione e/o di funzionamento.

Massa

Parte conduttrice, facente parte dell'impianto elettrico, che non è in tensione in condizioni ordinarie di isolamento ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale e che può essere toccata.

Viene considerata messa anche una parte conduttrice che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale, posta dietro un involucro o una barriera rimovibili senza l'uso di un attrezzo nell'esercizio ordinario.

Massa estranea

Parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra.

Dispersore

Corpo metallico, o complesso di corpi metallici, posto in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra.

Collettore o nodo principale di terra

Elemento dell'impianto di terra nel quale confluiscono i conduttori di terra, di protezione, di equipotenzialità, ed eventualmente di neutro.

Conduttore di terra

Conduttore, non in intimo contatto col terreno, destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra.

Conduttore di protezione (PE)

Conduttore che va collegato a una massa per la protezione contro i contatti indiretti (Sistemi TN-S).

Conduttore PEN

Conduttore che svolge insieme le funzioni di conduttore di protezione e di neutro (Sistema TN-C).

Conduttore equipotenziale

Conduttore avente lo scopo di assicurare l'equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee.

Contatto diretto

Contatto di persone con parti attive.

Contatto indiretto

Contatto di persone con una massa, o con una parte conduttrice in contatto con una massa, durante un cedimento dell'isolamento.

Parti simultaneamente accessibili

Conduttori o parti conduttrici che possono essere toccati simultaneamente da una persona, distanti fra di loro non più di 2,5 m in verticale o di 2,0 m in orizzontale (1,25 m se entrambi fuori dalla portata di mano).

Parti a portata di mano

Conduttori o parti conduttrici situati nel volume che si estende attorno al piano di calpestio (o di transito) dei luoghi ordinariamente occupati (o percorsi) da persone, e limitato dalla superficie che la mano non può raggiungere senza far uso di mezzi ausiliari; il volume convenzionale è definito dalle norme.

Corrente di sovraccarico

Sovracorrente che si verifica in un circuito elettricamente sano.

Corrente di corto circuito

Sovracorrente che si verifica in un circuito a seguito di un guasto di impedenza trascurabile fra due punti fra i quali esiste tensione in condizioni regolari di esercizio.

Corrente convenzionale di funzionamento di un dispositivo di protezione (If)

Valore limite per il quale il dispositivo, in specificate condizioni, sicuramente funziona entro un tempo specificato.

Protezione contro i contatti diretti

In generale la protezione contro i contatti diretti dovrà essere realizzata mediante isolamento delle parti attive.

Dovranno pertanto essere adottati quegli accorgimenti (involucri, barriere, porte, chiavi, ecc.) per escludere l'accesso a parti in tensione senza prima aver effettuato tutte le manovre necessarie per il sezionamento dell'impianto e la messa a terra dei conduttori.

In particolare si prescrive che:

- l'accesso ai quadri o alle celle dei quadri debba essere reso possibile solamente a personale qualificato con l'uso di chiavi e non mediante attrezzi;
- debbano essere eseguiti tutti gli interblocchi necessari per evitare la richiusura intempestiva del circuito;
- il grado di protezione dei quadri, delle cassette e dei contenitori verso parti in tensione sia almeno IP 2X con portelle aperte;

- vengano adottati relè differenziali nei punti ove questo sia possibile, in particolare sulle linee finali alle utenze.

Protezioni contro i contatti indiretti

La protezione dovrà essere assicurata:

- usando un isolamento rinforzato dove questo sia possibile;
- collegando i conduttori di protezione a tutte le utenze elettriche, con le sezioni prescritte dalle norme CEI;
- eseguendo i collegamenti equipotenziali a tutte le masse e le masse estranee;
- collegando al conduttore di protezione tutte le parti conduttrici simultaneamente accessibili da una massa;
- collegando al conduttore di protezione tutte le parti conduttrici a portata di mano;
- inserendo nei circuiti protezioni differenziali a media ed alta sensibilità.

Protezioni contro i sovraccarichi

Per assicurare la protezione contro i sovraccarichi di una conduttura si dovrà installare un organo di protezione tale da soddisfare le seguenti disequazioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ e } I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

- I_b = corrente di impiego
- I_z = portata della conduttura nelle determinate condizioni di posa
- I_n = corrente nominale della protezione
- I_f = corrente convenzionale di funzionamento

Le protezioni dovranno rispettare il legame tra la I_f e la I_n , stabilito dalle norme CEI 17-5 e 23-3.

Protezioni contro i corto circuiti

I dispositivi di protezione nei quadri e sulle apparecchiature dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presente nel punto ove il dispositivo è installato (Norme CEI 64-8, Capitolo VI, Sezione 3).

Per ogni linea, sia principale che dorsale, dovrà essere fatta la verifica termica dei conduttori nelle condizioni di corto circuito, secondo quanto stabilito dalle Norme 64-8, Capitolo VI.

L'Appaltatore dovrà presentare le curve di I^2t delle protezioni prescelte, allegando una relazione che dimostri la protezione delle condutture per tutta la loro lunghezza.

Per gli interruttori automatici dovrà essere fatta la verifica anche per la massima corrente di corto circuito per la quale la protezione è assicurata (corto circuito all'inizio della conduttura).

I calcoli dovranno essere presentati prima della esecuzione dei lavori.

Tutte le protezioni di massima corrente dovranno risultare coordinate tra loro e selettive.

Impianto di terra

L'impianto di terra generale dovrà soddisfare le esigenze imposte dalla normativa CEI vigente in materia.

In particolare si ricorda che l'impianto di terra è costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni e dispersori installati con la finalità di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra attraverso una bassa resistenza.

Il conduttore di terra dovrà collegare tra di loro i dispersori e le eventuali masse metalliche di notevole estensione.

I conduttori di terra e di protezione dovranno essere di sezione adeguata, per sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero essere sottoposti in caso di guasti.

La sezione dei conduttori dovrà essere tale che la massima corrente di guasto non provochi sovratemperature inammissibili per essi.

Il conduttore di protezione in dorsale ed in montante, se isolato, non dovrà essere interrotto ad ogni scatola di derivazione, ma semplicemente liberato dall'isolamento per il tratto corrispondente al morsetto di derivazione.

Si dovrà quindi fare uso di morsetti passanti.

La sezione del conduttore principale dovrà rimanere invariata per tutta la sua lunghezza.

Le giunzioni fra elementi del dispersore dovranno essere protette contro le corrosioni.

Per i conduttori di protezione nei sistemi TN degli impianti a bassa tensione le sezioni minime ammesse sono quelle risultanti dalla Tab. X, art. 9.6.01 delle Norme CEI 64-8 e cioè:

Sezione dei conduttori di fase S (mm ²)	Sezione del conduttore di protezione Sp (mm ²)
$S \leq 16$	$Sp = S$
$16 < S \leq 35$	16
$S > 35$	$Sp = S/2$

Valgono le altre prescrizioni del Cap. IX delle Norme CEI 64-8.

Collegamenti equipotenziali

Ai fini della equalizzazione del potenziale, tutti i sistemi di tubazioni metalliche accessibili destinati ad adduzione, distribuzione e scarico delle acque, nonché tutte le masse metalliche accessibili esistenti nell'area dell'impianto elettrico utilizzatore dovranno essere collegate all'impianto di terra.

Tali collegamenti dovranno essere realizzati con conduttori isolati giallo/verde da 6 mm².

In particolare si dovranno collegare all'impianto di terra:

tubazioni in ingresso ed uscita dalle centrali

- canalizzazioni in lamiera in ingresso ed uscita dai locali tecnici ed in corrispondenza delle uscite dai cavedi verticali ai piani
- tubazioni nei cunicoli
- tubazioni per ventilconvettori a pavimento dei piani
- tubazioni di adduzione e scarico in corrispondenza degli apparecchi sanitari
- masse metalliche dell'edificio come finestre, infissi, ecc..

Il conduttore di protezione dovrà risultare perfettamente sfilabile; pertanto dovrà essere inserito entro guaina in PVC.

I morsetti di collegamento alle tubazioni, che dovranno essere preventivamente approvati dalla D.L., dovranno assicurare un contatto sicuro anche nel tempo.

Nei casi in cui sia interessato l'impianto per la protezione contro le scariche atmosferiche, il collegamento dovrà essere effettuato con corda di rame nudo da 35 mm².

Impianto di protezione contro le scariche atmosferiche

L'impianto dovrà essere realizzato in conformità alle prescrizioni contenute nella Norma CEI EN 62305-1/4, con organi di captazione a maglia. I componenti l'impianto dovranno avere le seguenti caratteristiche:

Captatore: dovrà essere costituito da una maglia in piatto o tondo d'acciaio zincato posato sulla copertura del fabbricato, sostenuta da supporti realizzati appositamente per il tipo di copertura sul quale dovranno essere installati.

Calate: dovranno essere costituite da piatto o tondo di acciaio zincato posato sulle facciate del fabbricato. Le calate dovranno essere connesse alla maglia di copertura per quanto possibile in corrispondenza di nodi di quest'ultima e dovranno seguire percorsi il più possibile rettilinei ed evitare la formazione di cappi. Le calate dovranno essere protette meccanicamente nei tratti di percorso soggetti a urto.

Dispensore: l'elemento dispersore sarà costituito dalla maglia di terra.

Tutti i materiali e le giunzioni impiegati nell'impianto dovranno avere una resistenza meccanica adeguata a sopportare senza danno gli effetti elettrodinamici causati dalla corrente del fulmine ed eventuali sforzi accidentali.

Tutte le masse metalliche in copertura e quelle interne al volume da proteggere, che possano essere causa di scariche laterali dell'impianto di protezione, dovranno essere connesse ed esso mediante collegamenti equipotenziali.

Per impianti di protezione contro le scariche atmosferiche diversi da quello sopra esposto (Gabbia di Faraday), tipi di copertura particolari (copertura in legno, metalliche, scossaline) e tipi di calate diversi da quello considerato (ferri di armature o altro) saranno evidenziati di volta in volta nella Descrizione Impianti le particolarità costruttive da adottare.

Per installazioni in ambienti marini con atmosfera salina dovranno essere impiegati tondi o corde in rame sia per gli organi di captazione che per quelli di discesa.

C) SPECIFICHE TECNICHE

C.1) TUBAZIONI PORTACAVO

I tubi protettivi dei conduttori elettrici saranno a MARCHIO DI QUALITA' (I.M.Q.) con le seguenti caratteristiche:

- a) del tipo flessibile (c.d. corrugato) in PVC autoestinguente serie "leggero" (350 Newton - norme CEI 23-14) per posa sotto traccia a parete.
- b) del tipo flessibile (corrugato) in PVC autoestinguente serie "pesante" (750 Newton - norme CEI 23-14) per posa sotto traccia a pavimento.
- c) del tipo rigido piegabile a freddo, in materiale termoplastico autoestinguente serie "pesante" (750 Newton - norme CEI 23-8 e 23-25), infiammabilità IEC 695-2-2 V1 secondo UL 94, reazione al fuoco classe 2 (D.M.26/8/84), fumi con indice 1.96 secondo CEI 20-37 parte 2, per posa in vista. Per questo tipo di posa è prescritto l'utilizzo di tubazioni in materiale plastico a bassa emissione di alogenuri LSZH.
- d) del tipo rigido in materiale plastico (PVC), serie "pesante" (1250 Newton norme CEI 23-29), resistenza d'isolamento min. 100M Ω a 500V per 1', rigidità dielettrica superiore a 2000V a 50 Hz per 15', per posa interrata con giunti a bicchiere.
- e) del tipo flessibile corrugato per realizzazione cavidotti interrati, in polietilene, Norme NF C 68-171, resistenza allo schiacciamento min.750 Newton, resistenza all'urto min. 6 joule (- 25°,M=1Kg, h=0.6m).
- f) in guaina spiralata in materiale PVC autoestinguente, resistenza allo schiacciamento non inferiore a 300 Newton, resistenza d'isolamento min. 100M Ω a 500V per 1', resistenza all'urto (- 5°) non inferiore a 2 Joule, completa degli appositi raccordi in PVC autoestinguente che consentano un grado di protezione min. IP44, da impiegarsi per le derivazioni dai canali portacavi alle cassette di derivazione, o agli apparecchi utilizzatori, per distribuzione alle singole apparecchiature in controsoffitti.
- g) del tipo in acciaio laminato a freddo ed elettrosaldato, ricavato da lamiera zincata a caldo UNI 5744, riporto di zinco sulla saldatura, filettabile, dello spessore di mm. 1÷2 a seconda dei diametri, completo di manicotti, accessori di fissaggio, pezzi speciali occorrenti ecc., per posa a vista, conforme a norme CEI 23-28, 23-25.
- h) del tipo in acciaio zincato a caldo UNI 5744, filettato, riferim. UNI 3824.
- i) in guaina metallica in acciaio zincato a semplice aggraffatura con rivestimento esterno in PVC autoestinguente completa degli appositi raccordi in lega metallica, per le derivazioni dai canali portacavi alle cassette di derivazione.

Il diametro interno dei tubi protettivi deve essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in esso contenuti, in condizioni di posa ordinaria; in caso di posa in ambienti soggetti a normativa CEI 64-2 il coefficiente di maggiorazione sarà almeno 1,4. Si riporta, a titolo esplicativo, la seguente tabella, desunta da dati dimensionali commerciali, inerente la quantità massima di cavi unipolari (tipo FS17 o FG17) e multipolari (tipo FG16OR16, FG16OM16 o FTG10(O)M1) che si possono introdurre in tubazioni flessibili in PVC di vario diametro nel rispetto del coefficiente di maggiorazione 1.3:

DIAMETRI MINIMI DELLE TUBAZIONI PER LA DISTRIBUZIONE TERMINALE

Tab.1 - Cavi unipolari in PVC tipo FS17, FG17

sezione nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
1,5	7	9				9					8	9			
2,5	4	8	9			7	9				5	8	9		
4	3	5	9	9		5	8	9			4	7	9	9	
6	1	3	5	9	9	2	4	8	9		1	3	7	9	
10	1	1	4	7	9	1	3	5	8	9	1	1	5	8	9
16		1	2	5	8	1	1	4	7	8	1	1	3	5	9
25		1	1	3	5	1	1	1	4	5	1	1	1	3	5
35		1	1	1	4	1	1	1	3	4		1	1	2	4
50			1	1	2		1	1	1	2		1	1	1	3
70			1	1	1			1	1	1			1	1	1
95				1	1			1	1	1			1	1	1
120				1	1			1	1	1				1	1
150				1	1				1	1				1	1
185					1				1	1					1
240					1					1					1

Tab.2 - Cavi unipolari in gomma tipo FG16R16 0,6/1KV

sezione nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile					Ø tubo metallico				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
1,5	1	1	3	7	9	1	2	5	8	9	1	1	4	7	9	1	2	4	8	9
2,5	1	1	3	5	9	1	1	4	7	9	1	1	4	7	9	1	1	4	7	9
4	1	1	2	4	8	1	1	3	7	9	1	1	3	5	9	1	1	3	5	9
6	1	1	1	4	7	1	1	3	5	8	1	1	2	4	8	1	1	3	5	8
10	1	1	1	3	5	1	1	1	4	7	1	1	1	3	7	1	1	1	4	7
16		1	1	1	4	1	1	1	3	5		1	1	2	5	1	1	1	3	5
25		1	1	1	3		1	1	1	4		1	1	1	3		1	1	1	4
35			1	1	2		1	1	1	3			1	1	3		1	1	1	3
50			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
70				1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
95				1	1				1	1				1	1				1	1
120					1				1	1				1	1				1	1
150					1				1	1					1				1	1
185					1					1					1					1
240										1					1					1

Tab.3 - Cavi multipolari in gomma tipo FG16OR16 0,6/1kV

sezione nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile					Ø tubo metallico				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
2x1,5	1	1	2	4		1	1	1	3	5	1	1	2	5	1	1	1	3	5	
3x1,5	1	1	1	4		1	1	1	3	5	1	1	2	4	1	1	1	3	5	
4x1,5	1	1	1	3			1	1	2	4	1	1	1	4		1	1	2	4	
5x1,5		1	1	2			1	1	1	3	1	1	1	3		1	1	1	3	
2x2,5	1	1	1	3		1	1	1	2	4	1	1	2	4	1	1	1	2	3	
3x2,5	1	1	1	3			1	1	2	4	1	1	1	4		1	1	2	3	
4x2,5		1	1	2		1	1	1	3		1	1	1	3	1	1	1	3		
5x2,5		1	1	1		1	1	1	3			1	1	2		1	1	1	3	
2x4	1	1	1	3		1	1	1	4		1	1	1	3		1	1	1	3	
3x4	1	1	1	2		1	1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3	
4x4	1	1	1	1		1	1	1	2			1	1	2		1	1	1	2	
5x4		1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1	
2x6		1	1	1		1	1	1	3			1	1	2		1	1	1	2	
3x6		1	1	1			1	1	2			1	1	1			1	1	2	
4x6		1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1	
5x6			1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1	
2x10		1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1	
3x10			1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1	
4x10			1	1			1	1	1				1	1			1	1	1	
5x10			1	1				1	1				1	1				1	1	

Tab.4 - Cavi multipolari in gomma tipo FG10OM1 0,6/1KV

sezione nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile					Ø tubo metallico				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
2x1,5		1	1	1	3		1	1	1	4		1	1	1	3		1	1	1	4
3x1,5			1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3
4x1,5			1	1	2		1	1	1	2			1	1	3		1	1	1	3
5x1,5			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
2x2,5			1	1	2		1	1	1	3		1	1	1	3		1	1	1	3
3x2,5			1	1	2		1	1	1	2			1	1	3		1	1	1	3
4x2,5			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
5x2,5			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
2x4			1	1	1		1	1	1	3			1	1	2		1	1	1	3
3x4			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
4x4			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
5x4				1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
2x6			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
3x6			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
4x6				1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
5x6				1	1				1	1				1	1				1	1
2x10				1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
3x10				1	1				1	1				1	1				1	1
4x10				1	1				1	1				1	1				1	1
5x10					1				1	1				1	1				1	1

Tab.7 - Cavi multipolari in gomma tipo FG10OM1 0,6/1kV

sezione- nominale cavo	Ø tubo PVC pieghevole					Ø tubo PVC rigido					Ø tubo PVC filettabile					Ø tubo metallico				
	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50	20	25	32	40	50
7x1,5			1	1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
10x1,5				1	1				1	1				1	1				1	1
12x1,5				1	1				1	1				1	1				1	1
14x1,5					1				1	1				1	1				1	1
19x1,5					1				1	1					1					1
24x1,5					1					1					1					1
27x1,5										1					1					1
7x2,5				1	1			1	1	1			1	1	1			1	1	1
10x2,5					1				1	1				1	1				1	1
14x2,5					1				1	1					1				1	1
19x2,5					1				1	1					1					1
24x2,5										1										1

Le tubazioni dovranno rispondere alle seguenti norme:

- CEI 23-8; tubi protettivi rigidi in PVC ed accessori
- CEI 23-14; tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori.

Le tubazioni potranno essere:

- in materiale plastico rigido di tipo pesante a Norme CEI 23-8 con Marchio Italiano di Qualità (tabella UNEL 37118-72) per la distribuzione nei sottofondi o a parete e dove indicato specificatamente nei documenti di progetto.
Dovranno essere del tipo autoestinguente e a ridotta emissione di gas tossici
- in materiale plastico flessibile di tipo pesante a Norme CEI con Marchio Italiano di Qualità (tabella UNEL 37121-70) per gli usi indicati specificatamente nei documenti di progetto.
In taluni casi, dovranno essere rinforzate con spirale interna in acciaio (distribuzione in vista sotto pavimento sopraelevato)
- in materiale plastico per cavidotti interrati, a Norme CEI 23-8 con resistenza allo schiacciamento a secco ed a umido pari o superiore a 200 kg/dm
- in acciaio con o senza saldature, secondo norme UNI 3824 per gli impianti in esecuzione normale (tipo Conduit). In tutti i casi in cui gli impianti devono essere a tenuta perfettamente stagna e avere elevate caratteristiche meccaniche si useranno tubazioni in acciaio zincato a fuoco internamente ed esternamente secondo le prescrizioni contenute nelle norme UNI 5745.
La filettatura dovrà essere UNI 339
- tubazioni senza saldatura, secondo norme UNI 4149 serie pesante, per impianti in
- esecuzione AD.PE. Superficie interna liscia. Filettatura UNI 6125.

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

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

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

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

Le curve dovranno essere eseguite con largo raggio, in relazione al diametro dei conduttori, con apposite macchine piegatubi; in casi particolari potranno essere utilizzate curve in fusione in lega leggera, completate con viti di chiusura o, nel caso di tubazioni in PVC, mediante curve precostituite.

In ogni caso non è ammesso l'impiego di derivazioni a "T".

L'infilaggio dei conduttori dovrà essere successivo alla installazione delle tubazioni e dovrà essere autorizzato da apposita dichiarazione scritta della D.L..

I tubi dovranno essere posati con percorso regolare e senza accavallamenti, per quanto possibile.

Nei tratti in vista e nei controsoffitti i tubi dovranno essere fissati con appositi sostegni in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con chiodi a sparo o tasselli ad espansione o fissati con viti o saldatura su sostegni già predisposti, con interdistanza massima di 1500 mm.

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

Negli impianti a vista le giunzioni tra tubazioni e l'ingresso dei tubi nelle cassette dovrà avvenire attraverso appositi raccordi.

Nello stesso tubo non dovranno esserci conduttori riguardanti servizi diversi anche se alla medesima tensione di esercizio.

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

Nel caso sia richiesta la costruzione di cavidotti nel terreno si dovrà procedere come segue:

- le tubazioni in acciaio senza saldature, zincate, dovranno essere spalmate con emulsioni bituminose.
- le tubazioni in PVC dovranno essere annegate in gettate di calcestruzzo.

Salvo prescrizioni particolari il diametro esterno minimo delle tubazioni è di 16 mm.

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

Il diametro interno delle tubazioni deve essere pari almeno a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio dei cavi in essi contenuti.

In corrispondenza dei giunti di dilatazione delle costruzioni dovranno essere usati particolari accorgimenti come tubi flessibili o doppi manicotti.

I tubi metallici dovranno essere fissati mantenendo un certo distanziamento dalle strutture, in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura per manutenzione e sia assicurata una sufficiente circolazione di aria.

È fatto divieto transitare con tubazioni in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas, e di ammarrarsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche (tranne dove espressamente indicato).

I tubi previsti vuoti dovranno comunque essere infilati con opportuni fili-pilota in materiale non soggetto a ruggine.

In tutti i casi in cui vengano impiegati tubi metallici dovrà essere garantita la continuità elettrica degli stessi, la continuità tra tubazioni e cassette metalliche e qualora queste ultime fossero in materiale plastico dovrà essere realizzato un collegamento tra le tubazioni ed il morsetto interno di terra.

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

Per i cavidotti interrati dovranno essere seguite inoltre le seguenti prescrizioni:

- profondità di posa: in relazione ai carichi transitanti in superficie ma possibilmente non inferiore a 500 mm dalla generatrice superiore dei cavidotti.
- posa: su uno strato di calcestruzzo magro di circa 100 mm di spessore e rinforzati sul loro intorno sempre con calcestruzzo.
- giunzioni: sigillate con apposito collante onde garantire la ermeticità dalla tenuta seguendo rigorosamente le prescrizioni indicate dalle Case Costruttrici.

C.2) SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE

Le scatole e le cassette di derivazione per gli impianti incassati saranno in PVC autoestinguento, o in lega metallica in casi particolari; debbono avere coperchi tali da nascondere il giunto cassetta-muratura.

Le scatole e le cassette di derivazione per impianto con posa a vista e con grado di protezione IP44 e IP55 in resina e le cassette in lega metallica verniciata a forno, avranno il coperchio e le finestre laterali munite di guarnizioni ad elastomero anti-invecchiamento con flange piane cieche o forate con pressacavo e viti di fissaggio. Le scatole e cassette in resina saranno resistenti al fuoco ed al calore anormale secondo quanto previsto dalle norme CEI 64-8. Le scatole e le cassette di derivazione con grado di protezione IP40, IP44 e IP55, nelle condizioni ordinarie di installazione sotto intonaco ed a vista, dovranno garantire il grado di protezione nominale anche a posa avvenuta e dopo il collegamento delle tubazioni. Il coperchio delle cassette deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo; le viti di serraggio devono essere del tipo antiallentamento e antiperdenti. Nelle scatole e cassette di derivazione deve risultare agevole la dispersione del calore in esse prodotto; in ogni caso tutte le cassette devono essere di dimensioni tali da non determinare schiacciamento dei cavi, dei morsetti di giunzione/collegamento, e consentire un'agevole verifica o sfilaggio dei cavi successivi. Le scatole di derivazione dalle dorsali principali devono avere dimensioni tali da consentire il collegamento di tutte le tubazioni previste in progetto, con riserva di spazio per un minimo di tubazioni ulteriori in misura del 20%. Le scatole metalliche devono essere munite di apposito bullone per messa a terra, annegato nella fusione del corpo cassetta. Le scatole saranno fissate alle strutture portanti con sistemi idonei, appositamente omologati dal costruttore ed approvati dalla D.L.. Potrà essere necessario, in alcune situazioni (spazi ristretti, percorsi non lineari, ecc.), installare le cassette sia a "parete" che a "soffitto", come pure impiegare modeste staffe di distanziamento o aggancio alla struttura; in tal caso gli accessori saranno accettati da D.L. e comunque compresi nel prezzo di esecuzione che remunera lo specifico lavoro. In alcuni ambienti, si prevede di utilizzare, in abbinamento alle tubazioni metalliche portacavi, le apposite scatole di infilaggio (costituite da cassette in lega di alluminio secondo UNI 3051, 3599, munite di coperchio) da ubicarsi ad inizio e termine della tubazione.

Negli impianti in vista non è ammesso l'utilizzo di tettarelle per l'ingresso dei cavi. E' altresì prescritto l'utilizzo di pressacavi individuali di dimensione adeguata.

Sul corpo o sul coperchio di tutte le cassette dovrà essere applicato un contrassegno serigrafato per indicare:

- l'impianto di appartenenza;
- le linee in transito.

All'interno delle cassette poste lungo le dorsali le morsettiere saranno in poliammide 6.6, di tipo fisso e componibili (tranne per le cassette di derivazione resistenti al fuoco), mentre nelle cassette poste all'interno dei vari locali saranno in policarbonato, di tipo "compatto", unipolari a più vie; in ogni caso il serraggio dei conduttori dovrà essere di tipo indiretto.

La suddivisione tra gruppi di morsetti di tipo componibile appartenenti a fasi diverse dovrà avvenire mediante separatori.

Per ogni tipologia di morsettiera la tensione di isolamento dovrà comunque essere coerente con quelle dei cavi che ivi saranno attestati.

Le cassette dovranno essere montate in posizione accessibile; il fissaggio dovrà essere effettuato tramite tasselli ad espansione e bulloneria in acciaio zincato o chiodatura a sparo, in modo comunque da non trasmettere sollecitazioni ai tubi o ai cavi che vi fanno capo. Lo stesso dicasi per i telai in profilati metallici, staffe, zanche dimensionati per sostenere la cassetta.

Nei rilievi "as-built" dovrà essere indicata la posizione delle cassette con numerazione biunivoca.

C.3) INSTALLAZIONE DI CANALI E TUBAZIONI

C.3.1) Tubazioni

Ad ogni brusca variazione resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale a secondaria ed in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta con cassette di derivazione; in ogni caso deve essere prevista una max interdistanza di 6 m. tra due scatole successive su tratto rettilineo. Le derivazioni delle condutture elettriche dalle condutture principali debbono essere realizzate nelle apposite cassette di derivazione e realizzare lo stesso grado di protezione della conduttura principale. I tubi protettivi di cavi elettrici collocati in cunicoli, che contengono canalizzazioni di altri impianti tecnologici, debbono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazione a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condense ed ogni altro evento anomalo. E' inoltre vietato collocare nella stessa traccia montanti dell'impianto elettrico a tensione 220/380 V, le colonne telefoniche, radio-televisive e delle trasmissioni dati, se non espressamente previsto od autorizzato dalla D.L.. I cavi posti entro i tubi devono risultare sempre sfilabili e reinfiliabili. Per i cavi posati in tubazioni metalliche occorre aver cura di raggruppare i conduttori di tutte le fasi e del neutro dello stesso circuito nella stessa tubazione. Per le tubazioni metalliche si deve garantire la continuità elettrica ed il collegamento al conduttore di protezione. I raggi di curvatura delle tubazioni, canali e passerelle devono essere di valori tali da permettere un agevole infilaggio dei cavi, in pratica devono essere compatibili con i raggi minimi di curvatura dei cavi posati. Allo scopo di facilitare eventuali ampliamenti futuri, si devono installare sempre ulteriori tubi e canali vuoti con funzione di scorta. In ambienti particolari, ad esempio in luoghi dove è richiesto l'impianto a sicurezza funzionale a tenuta (AD-FT), i raggi di curvatura dei tubi devono essere almeno 6 volte il diametro esterno dei tubi stessi, compatibilmente con il raggio minimo di curvatura dei cavi contenuti.

Tutte le tubazioni dovranno essere fissate alla struttura di sostegno con sistemi idonei (tasselli a "farfalla", chimici, ad espansione elastica, ect.), in ogni caso interdistanziati al massimo di 50 cm se all'interno di edifici e 40 cm all'esterno. Si dovrà porre particolare attenzione nel caso di innesti di tubazioni plastiche in cassette o giunzioni lineari, per evitare che, anche nel tempo, si verificino dei distacchi tra i vari componenti del sistema. Nel caso in cui tubazioni a vista siano installate in spazi limitati (nel caso specifico locali con controsoffitto a distanza ridotta rispetto al soffitto - corridoio piano terra-), queste saranno agganciate con staffe di tipo idoneo agli spazi disponibili, senza che ciò possa determinare compensi particolari. Le tubazioni flessibili spiralate (tipo f - par.2) utilizzate per l'alimentazione di apparecchiature e componenti nei locali controsoffittati, saranno fissate, nel tratto derivato dalla cassetta, alle strutture portanti del controsoffitto con sistemi accettati da D.L..

C.3.2) Canalette in resina

Le canaline di qualunque misura saranno poste in opera su superfici piane; in caso di irregolarità del fondo d'appoggio si utilizzeranno idonei spessori per compensare le variazioni in modo da rendere la conduttura perfettamente lineare. Dovranno essere fissate con sistemi idonei alla superficie (tasselli a "farfalla", chimici, corpo interamente metallico, ecc.), in ogni caso interdistanziati al massimo di 30 cm.

I cavi installati all'interno dovranno essere fissati con gli appositi accessori fermafilati, atti ad evitarne la caduta all'apertura del coperchio. Si dovrà porre particolare attenzione nel caso di innesti di canali in cassette o di giunti lineari, per evitare che, anche nel tempo, si verificino dei distacchi tra i vari componenti del sistema.

C.3.3) Prescrizioni particolari per condutture incassate

Il diametro interno dei condotti circolari, deve essere pari almeno a 1,8 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere, con un minimo di 15 mm. Per condotti, a sezione diversa dalla circolare, il rapporto tra la sezione stessa e l'area della sezione retta occupata dai cavi deve essere ≥ 2 . I tubi protettivi devono essere scelti in modo da assicurare adeguata resistenza meccanica alle sollecitazioni che possono prodursi sia durante la posa sia durante l'esercizio. I tubi in materiale plastico installati sotto pavimento, devono essere del tipo pesante. I raggi di curvatura delle tubazioni o condotti devono essere di valori tali da permettere un agevole infilaggio dei cavi, in pratica devono essere compatibili con i raggi minimi di curvatura dei cavi posati. I tubi incassati nella muratura o sotto intonaco devono avere per quanto possibile percorsi paralleli od ortogonali agli spigoli della muratura stessa. La curvatura dei tubi deve essere tale che il diametro interno di questi non diminuisca di oltre il 10%. Le scanalature (o tracce) orizzontali su parete devono essere previste solo su una facciata della parete stessa. Non si devono effettuare scanalature orizzontali per una lunghezza superiore al 60% della lunghezza della parete interessata. La distanza minima fra due scanalature orizzontali deve essere 1,50 m. Per la posa sotto pavimento si devono disporre le tubazioni dell'impianto elettrico in parallelo ad altre eventuali tubazioni presenti, ad esempio idriche o riscaldamento. Per evitare lo schiacciamento dei tubi dell'impianto elettrico si deve porre particolare cura nell'esecuzione di eventuali incroci. Nel tratto di tubo compreso tra due cassette di derivazione o due scatole portafrutti non si devono effettuare più di due curve a 90°, in tutti i casi si deve evitare che la somma degli angoli di curvatura dello stesso tratto di tubazione sia maggiore di 270°.

C.3.4) Marcature

I canali e le cassette dovranno essere contrassegnati in modo visibile con le sigle indicate negli elaborati grafici di progetto; i contrassegni saranno di materiale inalterabile nel tempo e applicati con sistemi che ne garantiscano un fissaggio permanente.

Tutte le cassette dovranno essere contrassegnate in maniera ben visibile con etichette adesive in tela plastificata (tipo ET della MODERNOTECNICA dim. 14x19 mm, ovvero 22x40 mm) indicanti il circuito di appartenenza e poste per quanto possibile sul fianco della cassetta, in linea o in prossimità delle condutture in ingresso; diversamente dovranno essere contrassegnate sul retro del coperchio qualora sussistano fattori estetici o finiture delle superfici che rivestano carattere artistico. I canali dovranno essere invece contrassegnati, almeno ogni 5 m, con targhette colorate in tela adesiva, ovvero con piastrine in alluminio verniciato o PVC colorato fissabili ad incastro sul fondo o sul bordo dei canali, per l'individuazione delle varie reti, secondo la seguente codifica:

- rosso: reti di MT;
- blu: reti di BT;
- giallo: circuiti impianto di illuminazione di sicurezza;
- bianco: impianti di comunicazione (telefonico, interfonico, TD);
- grigio: impianti di diffusione sonora, chiamata, orologi elettrici;
- arancio: impianti di sicurezza (rivelazioni fumi, controllo accessi, TVCC, ecc.);
- nero: alimentazione da gruppo elettrogeno.

Le targhette o le piastrine dovranno avere una superficie visibile di almeno 5000 mmq (dim. 100x50 mm).

Opportune tabelle per l'identificazione dei colori costruite in materiale e con scritte inalterabili dovranno essere poste in maniera visibile entro i locali tecnici dedicati all'installazione dei quadri di zona, nei cavedi elettrici e nel locale cabina; qualora i quadri si trovino fuori da locali dedicati, le tabelle dovranno essere poste nell'apposita tasca porta schemi all'interno dei quadri stessi.

Nel caso di impianti interrati, i pozzetti dovranno essere contrassegnati in modo visibile, con simboli o numeri indicati negli elaborati grafici di progetto o definiti in sede di DL; la marcatura

dovrà essere effettuata a mezzo di vernice ad elevate caratteristiche di resistenza agli agenti atmosferici, ovvero con contrassegni, targhette o altro definito in sede di DL, fissati con tasselli ad espansione.

C.3.5) Prove, controlli e certificazioni

Il materiale consegnato in cantiere dovrà essere conforme alle marche e tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili.

Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- esame a vista per quanto riguarda:
 - o la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
 - o l'assenza di danneggiamenti e l'utilizzo corretto delle parti accessorie senza modifiche concordate precedentemente con la DL;
 - o la corretta identificazione conforme a quanto indicato nel presente elaborato;
 - o l'idoneità delle connessioni equipotenziali;
 - o l'assenza di parti taglienti o che possano provocare danni alle persone durante normale utilizzo e nel caso di manutenzione;
 - o la pulizia da polvere e da rimasugli di lavorazione in ogni parte del sistema di cavidotti.

Successivamente alla installazione dovrà essere effettuata una verifica della continuità della messa a terra in più punti e su tutti i cavidotti metallici.

Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'avvenuto controllo.

C.4) CAVI E CONDUTTORI

C.4.1) Prescrizioni generali

I cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria debbono essere adatti alla tensione nominale verso terra ed alla tensione nominale (U_0/U) non inferiore a 450/750V, simbolo di designazione 07. I cavi utilizzati nei circuiti di segnalazione e di comando debbono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi debbono essere, se posati nello stesso tubo o canale con cavi previsti per tensioni nominali superiori, adatti alla tensione nominale maggiore. E' vietato l'impiego di conduttori nudi fatta eccezione per i conduttori di terra di sezione non inferiore a 6 mm². I cavi a valle del punto di consegna della fornitura (MT) sono del tipo specificato nella sezione riguardante l'impianto MT. I cavi dovranno essere sempre sfilabili; non è ammessa la posa diretta sottotraccia né quella direttamente interrata. Le giunzioni dei cavi potranno essere eseguite solamente entro apposite cassette. I cavi di alimentazione dei quadri principali, dei quadri di zona e di singole utenze con circuiti specifici sui quadri dovranno essere privi di qualunque giunzione. Per tutti i cavi installati sull'impianto dovranno essere fornite le certificazioni delle prove di tipo richieste dalle NORME ed eseguite presso istituti autorizzati, nonché esplicita dichiarazione di corrispondenza tra il materiale certificato e quello posto in opera.

I conduttori dovranno:

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

I conduttori dovranno essere in rame.

Tipo e sezione sono indicate nei documenti di progetto.

Nella definizione delle sezioni dei conduttori si dovrà procedere come segue:

- a) il valore massimo di corrente nei conduttori dovrà essere pari al 70% della loro portata stabilita dalle tabelle CEI-UNEL per quelle determinate condizioni di posa;
- b) la massima caduta di tensione a valle del quadro generale fino all'utilizzazione più lontana dovrà essere del 4%, salvo i valori prescritti per impianti particolari;
- c) dovrà essere verificata la protezione delle condutture contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti.

La sezione minima dei conduttori, salvo prescrizioni particolari dovrà essere:

- 1,5 mm² per i circuiti luce ed ausiliari
- 2,5 mm² per i circuiti FM
- 1 mm² per i circuiti di segnalazione ed assimilabili.

Il colore dell'isolamento dei conduttori con materiale termoplastico dovrà essere definito a seconda del servizio e del tipo di impianto.

Tutti i cavi utilizzati per gli impianti speciali dovranno avere guaina esterna di tipo LSZH.

C.4.2) Scelta dei cavi

I cavi, con conduttore di rame elettrolitico, conforme a CEI 20-29, utilizzati negli impianti elettrici con tensione nominale sino a 500 V, saranno dei seguenti tipi:

- tipo **FS17**, conduttore a corda rotonda flessibile di rame rosso ricotto. Cavi adatti all'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e di fumo, rispondenti al Regolamento Prodotti

da Costruzione (CPR). Per ulteriori dettagli fare riferimento alla Norma CEI 20-40 “Guida all’uso dei cavi di bassa tensione”. Adatti per installazione fissa e protetta su o entro apparecchi d’illuminazione, all’interno di apparecchi e di apparecchiature di interruzione e di comando, per tensioni sino a 1000 V in corrente alternata o, in caso di corrente continua, sino a 750 V verso terra.;

- tipo **FG16OR16 0,6/1kV**, Cavi per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, isolati in HEPR di qualità G16, non propaganti l'incendio a ridotta emissione di gas corrosivi. In accordo al Regolamento Europeo(CPR) UE 305/11, conduttore flessibile di rame rosso ricotto classe 5, isolamento in HEPR di qualità G16, riempitivo in materiale non fibroso e non igroscopico, guaina in mescola termoplastica tipo R16, conformità a norme CEI 20-13 IEC 60502-1 CEI UNEL 35318-35322-35016 EN 50575:2014 + EN 50575/A1:2016, il raggio minimo di curvatura non dovrà essere inferiore a 4 volte il diametro esterno per cavi con conduttore flessibile, e 6 volte con conduttori flessibili, lo sforzo di tiro massimo non superiore a 50 N per ogni mm² di sezione totale del rame; Adatti per l'alimentazione elettrica in costruzioni ed altre opere di ingegneria civile con l'obbiettivo di limitare la produzione e la diffusione di fuoco e fumo. Per trasporto di energia e trasmissione segnali in ambienti interni o esterni anche bagnati, per posa fissa in aria libera, in tubo o canaletta, su muratura e strutture metalliche o sospesa. Adatti anche per posa interrata diretta o indiretta.
- **Cavetto telefonico** isolato e protetto con materiale termoplastico sotto guaina in materiale termoplastico e denominato TR /R - TR...H/R, UNEL 36713, non propagante l'incendio secondo CEI 20-22 II (per impianti interni), con conduttore in fili di rame stagnato del diametro 0,6mm.
- **Cavo di trasmissione dati Cat. 5e** permette di gestire una velocità massima di 1000 Mbps (100 MHz) ed è progettato per soddisfare e superare i requisiti di CAT.5E dei più comuni standard in materia di cavi – IEC61156, EN50288-3 – nonché la CLASSE D descritta dalle norme internazionali in materia di Cablaggio Strutturato – IEC11801 2° Ed. – EN50173 2° Ed. – EIA/TIA568.B.2

C.4.3) Colori distintivi

Per l'identificazione dei colori si fa riferimento alle tabelle CEI-UNEL ed alle Norme CEI 64-8, che stabiliscono quanto segue.

Quando si fa uso dei colori per distinguere i cavi unipolari, o le anime dei cavi multipolari, devono essere seguite le seguenti regole:

- giallo-verde: conduttori di terra, di protezione e di equipotenzialità
- blu chiaro: conduttore di neutro; se il conduttore di neutro non è distribuito nell'impianto elettrico, l'anima di colore blu chiaro di un cavo multipolare può essere utilizzata come conduttore di fase. Il conduttore di neutro e di protezione PEN deve avere la doppia colorazione, ad esempio giallo-verde con fascette terminali blu chiaro o viceversa

per l'unificazione dei colori distintivi dei cavi ci si deve attenere alla tabella CEI-UNEL 00722, (colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV), da cui sono state ricavate le seguenti indicazioni:

Per i cavi unipolari sono vietati i seguenti colori: giallo, verde, ed ogni bicolore che non sia giallo/verde.

Colori distintivi per altri conduttori (escluso protezione e neutro) marrone e nero. Quando il neutro è distribuito, in cavi tripolari utilizzati ad esempio per alimentare motori trifasi, il colore blu chiaro deve essere contrassegnato, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o

marrone. In un sistema trifase per distinguere le tre fasi, oltre ai colori ammessi marrone e nero, si deve utilizzare anche il colore grigio. In sistemi a corrente continua si possono utilizzare il colore rosso per il polo positivo ed il colore bianco per il polo negativo.

Le colorazioni dei cavi di energia, in accordo con la tabella UNEL 00722, dovranno essere:

- Conduttore di fase linee punti prese: nero
- Conduttore di fase linee punti luce: grigio
- Conduttore di fase linee punti prese sotto continuità: marrone
- Conduttore neutro: azzurro
- Conduttore di protezione di terra: giallo-verde
- Conduttori per circuiti a 12-24-48V: rosso o verde o altri.

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

Il tipo di conduttore da usare è definito nei documenti di progetto.

C.4.4) Posa dei cavi entro passerelle o canalizzazioni

I cavi entro le passerelle dovranno essere posati in modo ordinato, paralleli fra loro, senza attorcigliamenti e incroci, rispettando il raggio di curvatura indicato nelle tabelle; particolare attenzione dovrà essere posta per cavi disposti a strato o a fascio che dovranno avere sezioni simili o adiacenti (cioè aventi la sezione dei conduttori comprese entro tre sezioni adiacenti unificate in rispondenza all'art. 4.2 della tabella CEI-UNEL 35024-1). Cavi di sezione diversa dovranno essere opportunamente separati da una distanza pari ad almeno:

- due volte il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi unipolari;
- una volta il diametro esterno del cavo di sezione superiore in caso di cavi multipolari.

I cavi lungo il percorso non dovranno presentare giunzioni intermedie, tranne nel caso in cui la lunghezza dei collegamenti sia maggiore della pezzatura di fabbrica. Nei tratti verticali i cavi dovranno essere ancorati alle passerelle con passo massimo di 0,5 m; nei tratti orizzontali i cavi dovranno essere legati alle passerelle e ai canali mediante fascette in corrispondenza di curve, diramazioni, incroci, cambiamenti di quota e lungo i tratti in rettilineo almeno ogni 5 m. I cavi dovranno essere fissati anche nel caso di canali chiusi (non forati) utilizzando apposite barre trasversali.

I morsetti di ancoraggio alle scale posacavi saranno di tipo aperto; si esclude l'uso di morsetti metallici chiusi in particolare nel caso di cavi unipolari. I cavi di tipo ad isolamento minerale posati direttamente in vista senza ausilio di cavidotti dovranno avere percorsi rettilinei; i percorsi a soffitto dovranno seguire, per quanto possibile, l'andamento delle pareti. Il fissaggio dovrà essere effettuato con appositi cavallotti disposti ogni metro ovvero, nel caso di strutture aventi rilevanza estetica e/o artistica, mediante legature con filo di rame e appositi fissaggi da definire in sede DL.

C.4.5) Posa dei cavi interrati

La posa di cavi interrati dovrà essere eseguita nel rispetto delle norme CEI 11-17 e CEI 306-9.

I cavi interrati dovranno essere posati entro tubazioni o cunicoli predisposti allo scopo e idonei a sopportare sollecitazioni esterne.

La temperatura di posa non dovrà essere inferiore a 0° C per cavi isolati in PVC e -25° C per cavi isolati in materiali elastomerici.

In relazione alle tipologie di cavo posato, lo sforzo di tiro applicabile alla testa dello stesso dovrà variare con parametri adeguati a quanto comunicato dal Costruttore del cavo stesso.

La forza di trazione necessaria durante l'infilaggio di cavi in rame dovrà essere esercitata sui conduttori e non sull'isolamento e non dovrà essere maggiore di 60 N/mmq; parimenti per cavi a fibra ottica i valori di sforzo dovranno essere compresi tra 15 e 20 N.

Per garantire un'azione di tiro costante e senza strappi si dovrà effettuare tale operazione mediante argani a controllo di trazione con velocità di posa variabile da 5 a 20 m/min; inoltre per facilitare tali operazioni dovranno essere utilizzati appositi rulli che permettano di ridurre lo sforzo, garantire il raggio minimo di curvatura del cavo, raccordare i cambi di livello ed evitare danneggiamenti o malformazioni all'isolamento e al conduttore.

Qualora non sia possibile posare l'intera pezzatura da un capo dell'intera tratta del cavidotto, le operazioni di installazione si dovranno svolgere in due fasi con la posa di parte della pezzatura in un senso, svolgimento a terra a forma di "8" della parte rimanente del cavo e successivo infilaggio nella tubazione in senso opposto.

In presenza di incroci con cavi di altri servizi, i cavi di energia dovranno essere posati inferiormente ai cavi di telecomunicazione.

La posa di cavi di energia in tubo isolante e in vicinanza di altri cavi interrati direttamente nel sottosuolo, tubazioni metalliche, serbatoi e cisterne di carburante, dovrà rispettare le seguenti distanze (misurate sulla proiezione delle condotte sul piano orizzontale):

- $\geq 0,3$ m negli incroci con cavi interrati per telecomunicazioni ovvero tubazioni metalliche;
- $\geq 0,3$ m in caso di percorsi paralleli tra cavi di energia e di telecomunicazioni ovvero tubazioni metalliche;
- $\geq 1,0$ m in caso di vicinanza a serbatoi contenenti liquidi o gas infiammabili;
- $\geq 0,5$ m negli incroci o percorsi paralleli con tubazioni di gasdotti interrati.

In presenza di connessioni su cavi direttamente interrati le tubazioni metalliche dovranno distare almeno 1,0 m dal punto di incrocio oppure dovranno essere predisposte delle protezioni isolanti rigide (calcestruzzo leggermente armato, separatori non metallici rigidi).

C.4.6) Marcatura e terminazione cavi

Tutti i cavi in uscita da quadri principali o secondari devono essere contrassegnati in modo leggibile e permanente per mezzo di etichette serigrafate fissate al cavo tramite guaina trasparente termorestringente, individuandosi:

- per i cavi di potenza le fasi e/o polarità;
- per i cavi di distribuzione le sigle utilizzate per l'identificazione sugli elaborati grafici (circuito e fasi).

Le terminazioni dei cavi devono essere eseguite con idonei terminali (capicorda) preisolati, a compressione; il punto di sfioccamento del cavo deve essere il più vicino possibile ai morsetti di collegamento. Le terminazioni sono eseguite su tutti i cavi in uscita dai quadri, sui terminali alle apparecchiature ed utilizzatori; le connessioni di derivazione in linea sono eseguite con gli appositi morsetti a mantello (sino a 6 mm²), o morsettiere modulari (10 mm² e oltre).

C.5) SEZIONI MINIME CAVI – CADUTE DI TENSIONE

Per i conduttori per uso generale, la sezione minima ammessa per i cavi unipolari isolati in PVC, per posa in tubi o canalette è di mm² 1.5 (tab. 52E norme CEI 64-8 VI ed.).

Per circuiti di segnalazione e telecomando la sezione minima da prevedere è di 1 mm². Inoltre le sezioni minime debbono essere tali da garantire di non superare una caduta di tensione del 4% rispetto alla tensione nominale di consegna, nel punto più sfavorevole dell'impianto; ciò vale sia per circuiti luce che F.m. o speciali. Comunque non debbono mai essere superati i valori delle portate delle correnti ammesse per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL, anche in considerazione delle effettive condizioni di posa e dei relativi coefficienti riduttivi. La sezione minima dei conduttori neutri non deve essere inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase. Per conduttori in circuiti polifasi, con sezione inferiore a 16 mm²., la sezione dei

conduttori neutri può essere ridotta alla metà di quella dei conduttori di fase, col minimo tuttavia di 16 mm², purché il carico alimentato sia equilibrato, la portata del conduttore neutro sufficiente. Si dispone inoltre che le cadute di tensione massime siano così ripartite:

Linee principali di alimentazione: 0,5 ± 1,5%

Impianti interni: 2 ± 2,5%

Indipendentemente dalle sezioni conseguite dalle anzidette massime cadute di tensione previste, la massima densità di corrente ammessa nei circuiti di distribuzione e nella linea principale di alimentazione dal quadro principale, non deve superare il 70% di quella ricavabile dalle tabelle UNEL in vigore; comunque devono sempre risultare rispettate le norme CEI 64-8 VI ediz. al CAP. 43 - (protezione delle condutture contro le sovracorrenti).

- Giunzioni e collegamenti dei cavi elettrici

Non è ammesso effettuare sui morsetti dei frutti alcuna derivazione; è accettato solamente il collegamento in cascata di frutti contigui predisposti a tale scopo dal costruttore. Le giunzioni dei conduttori debbono essere eseguite nelle cassette di derivazione impiegando gli appositi morsetti o morsettiere, di idonee dimensioni in relazione alla sezione del conduttore. Sino alla sezione di 6 mm² sono utilizzabili morsetti volanti (a martello); oltre sono ammesse solamente morsettiere componibili di materiale idoneo al luogo di installazione, munite di morsetti anti-allentamento e ad appropriata siglatura identificatrice. I cavi appartenenti a sistemi elettrici diversi debbono essere ben distinguibili e non possono essere collocati nelle medesime condutture, né fare capo alle stesse cassette di derivazione se sprovviste di settori divisorii idonei a realizzare e garantire la necessaria indipendenza.

- Protezione delle linee; interruttori automatici, fusibili, ecc.

I cavi utilizzati per la realizzazione degli impianti elettrici debbono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi e/o cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi deve essere realizzata in ottemperanza alle prescrizioni delle norme CEI 64-8. In particolare i cavi debbono essere scelti in modo che la loro portata (I_z) rappresenti il massimo valore della corrente che, in regime permanente e in condizioni specificate, il cavo può trasmettere senza che la sua temperatura superi un valore specificato, per cui i dispositivi da installare a loro protezione dovranno avere una corrente nominale (I_n) compresa fra la corrente di impiego del conduttore (I_b) e la sua portata nominale (I_z), ed una corrente di funzionamento (I_f) minore o uguale a 1,45 volte la portata (I_z). In tutti i casi si dovranno soddisfare le seguenti relazioni:

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

Con il significato dei simboli precisato dalle norme CEI. La seconda delle due disuguaglianze sopraindicate è automaticamente soddisfatta nel caso di impiego di interruttori automatici conformi alle norme CEI relative. Gli interruttori automatici magnetotermici debbono interrompere le correnti di cortocircuito che possono verificarsi nell'impianto in tempi sufficientemente brevi per garantire che nel conduttore protetto non si raggiungano temperature pericolose ed in ogni caso superiori alle massime ammesse per il tipo di cavo in questione. Essi debbono avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione. E' tuttavia ammesso l'impiego di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore a condizione che a monte vi sia un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione (art. 434.3.1 delle norme CEI 64-8). In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi debbono essere coordinate in modo che l'energia passante I^2t 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. All'inizio di ogni impianto utilizzatore deve essere installato un interruttore generale onnipolare munito di

adeguati dispositivi di protezione contro le sovracorrenti. Detti dispositivi devono essere dimensionati secondo le disposizioni del paragrafo precedente e devono essere in grado di interrompere la massima corrente di cortocircuito che può verificarsi nel punto in cui essi sono installati.

C.6) IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E APPARECCHI ILLUMINANTI

C.6.1) Installazione

Il fissaggio delle apparecchiature interne dovrà essere effettuato esclusivamente a mezzo viti, con guarnizioni o rosette anti-vibranti; è escluso l'uso di rivettature o fissaggi a pressione o a scatto.

Le parti metalliche dovranno essere collegate a terra tramite appositi morsetti o bulloni di messa a terra.

Il cablaggio interno dovrà essere effettuato con conduttori termoresistenti fino ad una temperatura di 105°C e di sezione non inferiore a 1,5 mmq.

Le connessioni dei cavi di alimentazione dovranno essere realizzate con capicorda a compressione del tipo preisolati.

Tutti gli apparecchi dovranno essere montati in maniera che sia agevole la manutenzione.

Il fissaggio di apparecchi illuminanti sui canali dovrà essere realizzato in modo da consentire lo smontaggio degli apparecchi indipendentemente dai cavidotti.

L'uscita del cavo di alimentazione dell'apparecchio illuminante dovrà avvenire tramite pressacavo e/o pressatubo, con il grado di protezione richiesto.

C.6.2) Corpi illuminanti

- Apparecchio ad emissione diretta ed indiretta finalizzato all'utilizzo di sorgenti a led, installazione a parete. Vano ottico in alluminio estruso anodizzato, schermo diffusore in metacrilato dotato di sorgente a led up/down light 31W - 2675lm (up) / 2125lm (down) - 4000K - CRI 80 - UGR<19.
- Corpo illuminante da incasso a pavimento con corpo in nylon f.v. con cornice in acciaio inox AISI 316l, diffusore in vetro temperato resistente agli urti, dotato di sorgente luminosa al led da 3W, 4000K, 520lm, CRI 80;
- Gruppo autonomo di emergenza da inserire su corpo illuminante da incasso a pavimento in modo tale da garantire la permanenza dell'accensione della lampada per 2h;
- Proiettore da pavimento con basetta, sorgente a led da 27W - 3650lm - 3000K per illuminazione da esterno, ottica flood.. Grado di protezione: IP66 e Classe di isolamento: II.

C.6.3) Prove, controlli, certificazioni

Prove di accettazione in cantiere

Le apparecchiature consegnate in cantiere dovranno essere conformi alle marche e alle tipologie presentate dall'impresa e formalmente approvate dalla DL nelle fasi preliminari alla consegna.

Prima della fase di accettazione dovranno essere espletate tutte le eventuali note e adeguamenti concordate tra DL e impresa in fase di approvazione che non possono in alcun modo essere eliminate in cantiere.

Le prove di accettazione consisteranno in:

- esame di consistenza della fornitura completa anche delle parti accessorie;
- esame dello stato del materiale con particolare attenzione all'assenza di anomalie visibili;

Prove e controlli iniziali

Durante le fasi di installazione dovranno essere eseguiti i seguenti controlli a campione:

- esame a vista per quanto riguarda:
 - la corretta installazione completa di tutti gli accessori previsti dalla documentazione di progetto;
 - la separazione, ove prevista, di circuiti con tensioni non compatibili ovvero funzioni diverse, nel rispetto della normativa e delle prescrizioni di progetto;
 - l'assenza di danneggiamenti;
 - la pulizia da polvere, da impronte e da rimasugli di lavorazione.

Dopo la messa in tensione dei circuiti dovranno essere eseguiti i seguenti controlli:

- prova di funzionamento su tutti gli apparecchi illuminanti (accensione e spegnimento da locale e da remoto, dimmerazione manuale ovvero automatica ove presente);
- prova di intervento dell'impianto di illuminazione di emergenza in mancanza rete;
- verifica di autonomia dell'impianto di illuminazione di emergenza;
- misura dell'illuminamento con circuito normale e di emergenza nei locali tipo e sulla base di un reticolo di misura precedentemente definito con la DL.

Documentazione delle prove in cantiere

Tutti i controlli e prove in cantiere dovranno essere documentati e trasmessi alla DL, completi di data e firma del responsabile dell'impresa che attesta l'avvenuto controllo.

INDICE

PREMESSA	02
A) NORME GENERALI	
A.1) OSSERVANZA DI LEGGI, DECRETI E REGOLAMENTI	03
A.2) VERIFICHE E PROVE PRELIMINARI	07
A.3) VERIFICHE E PROVE FINALI	11
A.4) DOCUMENTI DA ALLEGARE	12
A.5) MANUALE OPERATIVO	13
A.6) GARANZIA DEGLI IMPIANTI	13
A.7) ALTRI ONERI A CARICO DELLA DITTA APPALTATRICE	13
A.8) COLLAUDO DEFINITIVO	14
A.9) STANDARD DI QUALITA' DELLE PRINCIPALI APPARECCHIATURE	14
B) PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI	
B.1) NOTE GENERALI	16
B.2) SICUREZZA ELETTRICA	16
C) SPECIFICHE TECNICHE	
C.1) TUBAZIONI PORTACAVO	21
C.2) SCATOLE E CASSETTE DI DERIVAZIONE	27
C.3) INSTALLAZIONE DI CANALI E TUBAZIONI	28
C.3.1) TUBAZIONI	28
C.3.2) CANALETTE IN RESINA	28
C.3.3) PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER CONDUTTURE INCASSATE	29
C.3.4) MARCATURE	29
C.3.5) PROVE, CONTROLLI E CERTIFICAZIONI	30
C.4) CAVI E CONDUTTORI	31
C.4.1) PRESCRIZIONI GENERALI	31
C.4.2) SCELTA DEI CAVI	31
C.4.3) COLORI DISTINTIVI	32
C.4.4) POSA DEI CAVI ENTRO PASSERELLE E CANALIZZAZIONI	33
C.4.5) POSA DEI CAVI INTERRATI	33
C.4.6) MARCATURA E TERMINAZIONE CAVI	34
C.5) SEZIONI MINIME CAVI – CADUTE DI TENSIONE	34
C.6) IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE E APPARECCHI ILLUMINANTI	36
C.6.1) INSTALLAZIONE	36
C.6.2) SISTEMA E CORPI ILLUMINANTI PER IMPIANTO ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	36
C.6.3) PROVE, CONTROLLI, CERTIFICAZIONI	36