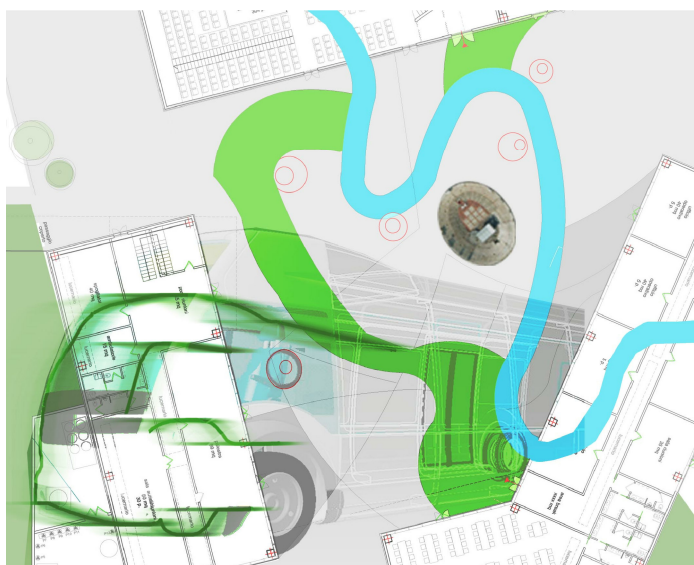


SISTEMA DI TRASPORTO PUBBLICO DI TIPO FILOVIARIO

GARA D'APPALTO PER LA PROGETTAZIONE ESECUTIVA,
L'ESECUZIONE DEI LAVORI E LA FORNITURA DEI VEICOLI

OFFERTA TECNICA
B2 - PROGETTO DEFINITIVO



PROGETTO :

DEPOSITO
IMPIANTI TECNOLOGICI
Impianti tecnici civili
Relazione tecnica impianti elettrici

CONCORRENTE
ATE:

SOVECO
COSTRUZIONI SPA

CONSORZIO COOPERATIVE COSTRUZIONI
CCC
Società cooperativa
(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

ALPIQ
Alpiq InTec Verona S.p.A.

MAZZI
Impresa Generale Costruzioni
S.p.A.

Balfour Beatty
Rail

APTS
Advanced Public
Transport Systems bv

SCALA	-
RIF. N°	PDD030IRS05A.dwg
ALLEGATO N°	PD 00301 RS05A

PROGETTAZIONE
COSTITUENDO R.T.P.:



(MANDATARIA/CAPOGRUPPO)

DIRETTORE TECNICO

Dott. Ing. Massimo Raccosta



DIRETTORE TECNICO

Dott. Arch. Valentina Butterini

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE	REDATTO	VISTO	APPROVATO
A	Dic. 2010	Emissione	Girpa	Dai Prè	Barana	Butterini

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.
This document may not be copied, reproduced or published, either in part or entirely, without the written permission. Unauthorized use will be prosecuted by law.

1. DESCRIZIONE GENERALE.....	6
1.1. PREMESSA	6
2. METODO DI PRELIEVO E SISTEMA DI DISTRIBUZIONE.....	6
2.1. CARATTERISTICHE ELETTRICHE.....	6
3. CENNI LEGISLATIVI E NORMATIVI	6
4. CABINA ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE MT/BT.....	9
4.1. GENERALITÀ	9
4.2. SCELTA DELLE PROTEZIONI	10
4.2.1. Protezione dalle sovratensioni.....	10
4.2.2. Trasformatore MT/BT.....	10
4.3. IMPIANTO DI TERRA	11
4.3.1. Considerazioni generali	11
4.4. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI PER GUASTI IN MEDIA TENSIONE	11
4.4.1. Corrente di guasto a terra (IG) e tensione totale di terra (UT)	11
4.4.2. Tensioni di passo (UP) e di contatto (UC)	12
4.4.3. Tipo di dispersore.....	14
4.4.4. Calcolo della resistenza di terra ammissibile.....	14
4.4.5. L'impianto di terra all'interno della cabina	14
4.4.6. Protezione dai contatti indiretti per guasti in bassa tensione	16
5. ALLESTIMENTO QUADRI DI DISTRIBUZIONE	16
5.1. GENERALITÀ	16
5.2. TENUTA AL CORTOCIRCUITO	18
5.3. LIMITI DI SOVRATEMPERATURA.....	18
5.3.1. Determinazione della corrente nominale del quadro Inq	19
5.3.2. Le verifiche da eseguire	19
5.4. SPECIFICHE DI REALIZZAZIONE	20
6. IMPIANTO DI TERRA GENERALE	21
6.1. GENERALITÀ	21
6.2. COMPONENTI DI UN IMPIANTO DI TERRA.....	21
6.3. IMPIANTO DI TERRA D'UTENTE COMUNE PER ALTA E BASSA TENSIONE (TN)	22
6.3.1. Impianto di terra unico, con una struttura a maglia	23
6.3.2. Impianto di terra unico con collegamento tra la terra di cabina e quella delle masse.....	24
6.3.3. Impianto di terra unico formato ad anello	25
6.3.4. Impianto di terra della cabina separato da quello dell'impianto utilizzatore.....	26
6.4. IL DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA	26
6.4.1. Resistenza meccanica e alla corrosione - Tenuta termica	27

6.4.2.	<i>Sicurezza delle persone</i>	28
6.5.	COORDINAMENTO CON I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE	29
7.	IMPIANTO DISTRIBUZIONE	29
7.1.	COEFFICIENTI DI CONTEMPORANEITÀ	29
7.2.	APPARECCHIATURE ELETTRICHE	30
7.3.	SEZIONAMENTO	30
7.4.	INTERRUTTORI AUTOMATICI.....	31
7.4.1.	<i>Caratteristica d'intervento</i>	31
7.4.2.	<i>Interruttori automatici ad uso industriale</i>	31
7.4.3.	<i>Interruttori automatici ad uso domestico e simile</i>	31
7.5.	INTERRUTTORI DI MANOVRA E INTERRUTTORI – SEZIONATORI.....	32
7.6.	FUSIBILI.....	32
7.7.	CONTATTORI E AVVIATORI	33
7.8.	CONTATTORI PER USO DOMESTICO E SIMILARE.....	34
7.9.	PRESE A SPINA	34
8.	ILLUMINAZIONE	35
8.1.	GENERALITÀ	35
8.2.	CALCOLO ILLUMINOTECNICO	35
8.2.1.	<i>Metodo del flusso totale</i>	35
8.2.2.	<i>Metodo del flusso totale semplificato</i>	36
9.	ILLUMINAZIONE ESTERNA E INQUINAMENTO LUMINOSO	37
9.1.	RIFERIMENTI NORMATIVICALCOLO ILLUMINOTECNICO	37
9.2.	MISURE PER RIDURRE I CONSUMI E L'INQUINAMENTO LUMINOSO	39
9.2.1.	<i>Efficienza luminosa</i>	39
9.2.2.	<i>Controllo del flusso luminoso</i>	39
9.2.3.	<i>Illuminazione di edifici</i>	40
9.2.4.	<i>Riduzione del flusso luminoso</i>	40
9.2.5.	<i>Limitazione degli sprechi</i>	41
9.2.6.	<i>Legge regionale</i>	41
10.	DISTANZE DI RISPETTO DEI CAVI INTERRATI	48
10.1.	DISTANZA DAI CAVI DI TELECOMUNICAZIONE.....	49
10.1.1.	<i>Distanza dalle tubazioni metalliche diverse dai gasdotti</i>	50
10.1.2.	<i>Distanza dai serbatoi di fluidi infiammabili</i>	52
10.1.3.	<i>Distanza dai gasdotti</i>	52
11.	CARATTERISTICHE INSTALLAZIONI	54
11.1.	SCATOLE DI DERIVAZIONE	54

11.2.	TUBAZIONI, CANALI E PASSERELLE	55
11.2.1.	<i>Tubazioni</i>	55
11.2.2.	<i>Canali</i>	57
11.3.	CAVI E CONDUTTORI	59
11.3.1.	<i>Tipi di cavi</i>	59
11.3.2.	<i>Colori distintivi</i>	60
11.3.3.	<i>Scelta della sezione del cavo e protezione contro il sovraccarico</i>	60
11.3.4.	<i>Protezione contro il cortocircuito</i>	61
11.3.5.	<i>Sezione e protezione del conduttore di neutro</i>	61
11.3.6.	<i>Sezione dei conduttori di terra e protezione</i>	62
11.4.	PUNTI LUCE	62
11.5.	IMPIANTO CUCINA	63
11.6.	IMPIANTI ELETTRICI IN LUOGHI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO (MARCI)	63
12.	CARATTERISTICHE DELLE PROTEZIONI	64
12.1.	CONTRO I CONTATTI DIRETTI	64
12.1.1.	<i>Protezione totale</i>	64
12.1.2.	<i>Gradi di protezione</i>	65
12.1.3.	<i>Protezione parziale</i>	66
12.2.	CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	66
12.2.1.	<i>Classificazione dei componenti e degli apparecchi elettrici</i>	66
12.2.2.	<i>Sistemi TN</i>	67
12.3.	CONTRO I SOVRACCARICHI E I CORTOCIRCUITI	69
13.	PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER I LOCALI DA BAGNO	70
13.1.	GENERALITÀ	70
13.2.	COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI	71
13.3.	CRITERI D'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO IN RELAZIONE ALLA ZONA	71
13.4.	GRADO DI PROTEZIONE	73
13.5.	CONDUTTURE	73
13.6.	SCALDACQUA	73
13.7.	PULSANTE A TIRANTE	74
13.8.	APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE	74
13.9.	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE E COMANDO	74
14.	LOCALI AD USO MEDICO	75
14.1.	GENERALITÀ	75
14.2.	AMBULATORI DI GRUPPO 0	75
14.3.	CONSEGNA E MESSA IN FUNZIONE DELL'IMPIANTO	75
15.	IMPIANTI DI RIVELAZIONE INCENDI	76

15.1.	PREMESSA	76
15.2.	STRUTTURA DI UN IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI	77
15.3.	TIPOLOGIE DEGLI IMPIANTI DI RIVELAZIONE INCENDI.....	78
15.3.1.	<i>Impianti di rivelazione incendi convenzionali a gruppo</i>	78
15.3.2.	<i>Impianti di rivelazione incendi convenzionali indirizzati</i>	79
15.3.3.	<i>Impianti di rivelazione incendi indirizzati ad anello (loop)</i>	80
15.3.4.	<i>Impianti di rivelazione incendi a BUS</i>	80
15.4.	TIPOLOGIE DEI RIVELATORI	81
15.4.1.	<i>Rivelatori puntiformi termovelocimetrici</i>	81
15.4.2.	<i>Rivelatori puntiformi a soglia</i>	82
15.4.3.	<i>Rivelatori lineari</i>	82
15.4.4.	<i>Rivelatori puntiformi fotoottici a diffusione</i>	82
15.4.5.	<i>Rivelatori puntiformi a ionizzazione</i>	83
15.4.6.	<i>Rivelatori lineari</i>	83
15.4.7.	<i>Rivelatori puntiformi all'infrarosso</i>	83
15.5.	CENTRALE DI CONTROLLO E SEGNALAZIONE.....	84
15.5.1.	<i>Ubicazione</i>	84
15.5.2.	<i>Caratteristiche</i>	84
15.5.3.	<i>Dispositivi di allarme acustici e luminosi</i>	84
15.5.4.	<i>Alimentazioni</i>	85
15.6.	INSTALLAZIONE (DISPOSIZIONI COMUNI)	86
15.6.1.	<i>Estensione della sorveglianza</i>	87
15.6.2.	<i>Suddivisione dell'area in zone</i>	88
15.7.	INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI PUNTIFORMI DI FUMO	89
15.8.	INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI LINEARI DI FUMO	92
15.8.1.	<i>Soffitto con superficie piana</i>	92
15.9.	CRITERI DI INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI PUNTIFORMI DI FUMO NEI LOCALI DOTATI DI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO E DI VENTILAZIONE	93
15.10.	ELEMENTI DI CONNESSIONE	95
15.10.1.	<i>Connessione via cavo</i>	95
16.	IMPIANTO ELETTRICO E BARRIERE ARCHITETTONICHE	96
16.1.	DEFINIZIONI E CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE	96
16.2.	PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI ELETTRICI	98
17.	VERIFICHE	99
17.1.	ESAME A VISTA	99
17.2.	PROVE, MISURE E VERIFICHE TECNICHE	100
17.3.	VERIFICHE PERIODICHE	101

1. DESCRIZIONE GENERALE

1.1. PREMESSA

Gli impianti che formano oggetto della presente relazione, dovranno essere posti in opera nella realizzazione degli edifici facenti parte del deposito a servizio del sistema di trasporto pubblico di tipo filoviario.

Gli interventi di impiantistica elettrica , possono essere così riassunti:

- Realizzazione cabina di trasformazione MT/BT
- Realizzazione quadri di distribuzione generale
- Impianto distribuzione energia
- Impianto distribuzione luce
- Impianto di terra generale
- Impianti trasmissione dati
- Impianto rivelazione fumo
- Impianto di sorveglianza a circuito chiuso

sono soggette alla progettazione in base al DM 37/08 tutte le parti dell'impianto elettrico, in quanto facenti parte di un'attività alimentata da cabina di trasformazione MT/BT.

2. METODO DI PRELIEVO E SISTEMA DI DISTRIBUZIONE

2.1. CARATTERISTICHE ELETTRICHE

Sistema elettrico in funzione dello stato del neutro	: sistema TN
Potenza disponibile	: circa 800 kVA
Fattore di potenza medio mensile	: maggiore di 0,9

3. CENNI LEGISLATIVI E NORMATIVI

Gli impianti devono essere realizzati a regola d'arte, giusta prescrizione della Legge 1° marzo 1968, n.186. Le caratteristiche degli impianti stessi, nonché dei loro componenti, devono corrispondere alle norme di legge e di regolamento vigenti alla data di presentazione dell'offerta ed in particolare essere conformi:

- alle prescrizioni di Autorità Locali, comprese quelle dei VV.F.;
- alle prescrizioni e indicazioni dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica;
- alle prescrizioni e indicazioni della TELECOM;
- alle Norme CEI (Comitato Elettrotecnico Italiano);

- Legge 46/90 del 05/03/1990, limitatamente agli articoli 8 (Finanziamento dell'attività di normazione tecnica), art. 14 (Verifiche), art. 16 (Sanzioni);
- Decreto 22 gennaio 2008, n. 37 - Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.
- D. Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 Testo unico in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
- Direttive C.E.E. per la vendita ed il commercio di materiale elettrico;
- Tabelle CEI-Unel.

In particolare si ricordano le seguenti principali Norme CEI.

- Norma CEI 64-8 - fascicoli da 1 a 7 - Norma Generale Impianti elettrici utilizzatori;
- Norma CEI 64-12 - Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario;
- Norma CEI 64-50 - Edilizia residenziale - Guida per l'esecuzione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione per impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati;
- Norma CEI 11-17 - Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo;
- Norma CEI 17-13/1 - Apparecchiature elettriche costruite in fabbrica - quadri elettrici AS e ANS;
- Norma CEI 17-13/3 - Apparecchiature elettriche costruite in fabbrica - quadri elettrici ASD;
- Norma CEI 17-13/4 - Apparecchiature elettriche costruite in fabbrica - quadri per cantiere ASC;
- Norma CEI 17-43 - Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS);
- Norma CEI 17-5 - Apparecchiature a bassa tensione - Interruttori automatici;
- Norma CEI 17-52 - metodo per la determinazione della tenuta al cortocircuito delle apparecchiature assiemate non di serie (ANS),
- Norma CEI 20 (UNEL 35024/1) – Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000V in corrente alternata e 1500V in corrente continua. Portate di corrente in regime per posa in aria
- Norma CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
- Norma CEI 20-14 - Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 kV a 3 kV;
- Norma CEI 20-19 - Cavi con isolamento reticolato in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- Norma CEI 20-20 - Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
- Norma CEI 20-22 - Prova d'incendio sui cavi elettrici;

- Norma CEI 20-24 - Giunzioni e terminazioni per cavi d'energia;
- Norma CEI 20-28 - Connettori per cavi d'energia;
- Norma CEI 20-37 - Metodi di prova comuni per cavi in condizione di incendio - Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi;
- Norma CEI 20-38 - Prova dei cavi non propaganti l'incendio e basso sviluppo di fumi e di gas tossici e corrosivi - tensione nominale U_0/U non superiore a 0,6/1 kV;
- Norma CEI 20-40 - Guida per l'uso di cavi a bassa tensione;
- Norma CEI 23-3 - Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari;
- Norma CEI 23-9 - Apparecchi di comando non automatici per installazione fissa per usi domestici e similare;
- Norma CEI 23-12 - Spine e prese per usi industriali;
- Norma CEI 23-14 - Tubi protettivi flessibili in PVC e loro accessori;
- Norma CEI 23-19 - Canali portacavi in materiale plastico e loro accessori ad uso battiscopa;
- Norma CEI 23-50 - Prese spina per usi domestici e similari;
- Norma CEI 23-20 - Dispositivi di connessione per circuiti a bassa tensione per usi domestici e similari;
- Norma CEI 23-26 - Tubi per installazioni elettriche - Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori;
- Norma CEI 23-31 - Sistemi di canali metallici e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi;
- Norma CEI 23-32 - Sistemi di canali di materiale plastico isolante e loro accessori ad uso portacavi e portapparecchi per soffitto e parete;
- Norma CEI 23-39 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni generali;
- Norma CEI 23-54 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori;
- Norma CEI 23-55 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori;
- Norma CEI 23-56 - Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori;
- Norma CEI 23-42 - Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari;
- Norma CEI 23-44 - Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per installazioni domestiche e similari;
- Norma CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- Norma CEI 23-76 - Sistemi di passerelle portacavi a fondo continuo e a traversini per la posa dei cavi;

- Norma CEI 31-30 - Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Classificazione dei luoghi pericolosi;
- Norma CEI 32-4 - Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua;
- Norma CEI 34-22 - Apparecchi di illuminazione - Prescrizioni particolari - Apparecchi di emergenza;
- Norma CEI 34-23 - Apparecchi di illuminazione - Prescrizioni particolari - Apparecchi fissi per uso generale;
- Norma CEI 70-1 - Gradi di protezione degli involucri (Codice IP);
- Norma CEI 79-3 - Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione - Norme particolari per gli impianti antieffrazione e antiintrusione;
- Norma CEI 79-4 - Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione - Norme particolari per il controllo degli accessi;
- Norma CEI 103-1 - Impianti telefonici interni.
- Norma CEI EN 62305-1 - Protezione contro i fulmini. Principi generali
- Norma CEI EN 62305-2 - Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio
- Norma CEI EN 62305-3 - Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone
- Norma CEI EN 62305-4 - Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture

Tutti i riferimenti alle norme si intendono estesi alle eventuali varianti ed aggiunte successive (Leggi, Decreti e Circolari Ministeriali integrative).

4. CABINA ELETTRICA DI TRASFORMAZIONE MT/BT

4.1. GENERALITÀ

La cabina elettrica di trasformazione è costituita dall'insieme dei conduttori, apparecchiature e macchine atte alla trasformazione della tensione, fornita dalla rete di distribuzione a media tensione, ai valori di tensione per l'alimentazione delle linee in bassa tensione.

L'utente deve mettere a disposizione della società distributrice un apposito locale, accessibile al personale della società, in cui saranno installati i gruppi di misura con i relativi TA e TV e le apparecchiature di manovra di competenza della società di distribuzione. Le soluzioni costruttive possono essere varie, anche se negli ultimi tempi si va sempre più diffondendo l'impiego di cabine contenute in armadi metallici di tipo prefabbricato.

4.2. SCELTA DELLE PROTEZIONI

4.2.1. Protezione dalle sovratensioni

Le sovratensioni che possono interessare le cabine possono essere di origine sia interna (ad esempio a causa di un'apertura molto rapida di un circuito induttivo) che atmosferica (dovuta a fulminazioni dirette o indirette delle linee). Una sovratensione si manifesta con un anormale innalzamento della tensione verso terra e/o tra le fasi rispetto al normale valore di funzionamento. La protezione delle sovratensioni di origine interna si ottiene con il coordinamento dell'isolamento o mediante dispositivi adatti per lo scopo, la protezione dalle sovratensioni di origine atmosferica, solo per le cabine ad alimentazione per via aerea (le linee aeree fungono da guida d'onda per le sovratensioni), mediante i cosiddetti scaricatori di sovratensioni installati sul lato MT.

Normalmente se ne installa uno all'ingresso della cabina e uno direttamente sul trasformatore.

4.2.2. Trasformatore MT/BT

Il trasformatore è la parte più importante della cabina di trasformazione. La sua scelta condiziona la configurazione della cabina ed è effettuata sulla base di diversi fattori. In linea generale si può affermare che per piccole potenze, fino a 100,200 kVA, si può installare un solo trasformatore, mentre per potenze superiori 1000,1500 kVA si suddivide la potenza su più unità. Se è richiesta una continuità nel servizio si dovrà scegliere la soluzione con più trasformatori, altrimenti si potrà scegliere la soluzione più economica di un solo trasformatore. Un'importante caratteristica da considerare nella scelta è il tipo di raffreddamento che può essere in aria o in olio.

Nel caso di trasformatori raffreddati in olio con quantitativi superiori ai 500 kg è necessario prendere provvedimenti contro la fuoriuscita dell'olio prevedendo un pozzetto per la raccolta mentre per quantitativi superiori a 25 kg ma inferiori a 500 kg è sufficiente che sia impedito il propagarsi dell'olio all'esterno, che la cabina abbia una resistenza al fuoco minima di 60 minuti (REI 60) e che sia ventilata solo verso l'esterno.

In funzione del tipo di raffreddamento i trasformatori sono siglati come segue:

- AN raffreddamento a circolazione naturale d'aria;
- AF raffreddamento a circolazione forzata d'aria;
- ONAN raffreddamento a circolazione naturale di olio e di aria;
- ONAF raffreddamento a circolazione forzata di olio e naturale di aria;
- OFAF raffreddamento a circolazione forzata di olio e di aria.

La scelta più frequente cade sui tipi AN e ONAN perché, non essendo quasi mai possibile presidiare le cabine, è sconsigliabile utilizzare macchine che impieghino ventilatori o circolatori di olio.

Le soluzioni circuitali del lato BT di una cabina possono assumere diverse configurazioni dipendenti da diversi fattori tra i quali: numero di trasformatori, numero e disposizione dei carichi, tipo di distribuzione a tre o a quattro fili e valori delle correnti di cortocircuito.

Sul lato bassa tensione non vengono generalmente impiegati sezionatori in quanto il sezionamento è svolto dagli stessi interruttori automatici. Il quadro bassa tensione sarà quindi costituito da un interruttore generale magnetotermico (eventualmente differenziale anche se un guasto sul quadro BT di cabina generalmente non risulta pericoloso) la cui funzione è di proteggere il trasformatore dai sovraccarichi.

L'interruttore dovrà possedere una corrente nominale non inferiore a quella calcolata sul secondario del trasformatore e un potere di interruzione non inferiore alla presunta corrente di corto circuito nel punto di installazione. Oltre all'interruttore generale, nel quadro BT saranno installati gli interruttori magnetotermici (eventualmente differenziali) scelti in base alla corrente di impiego e coordinati per la protezione dai sovraccarichi delle linee di distribuzione dimensionate in base alla potenza da distribuire e tenendo conto che la corrente trasportata è notevolmente superiore rispetto al lato MT.

4.3. IMPIANTO DI TERRA

4.3.1. Considerazioni generali

L'impianto di terra delle cabine d'utente assolve normalmente alla duplice funzione di messa a terra di protezione, a cui collegare le masse delle apparecchiature, e di funzionamento, a cui collegare il neutro del secondario del trasformatore nel caso di distribuzione di tipo TN o, anche se più raramente, di tipo TT.

L'impianto di terra dovrà essere coordinato in modo opportuno per evitare, in caso di guasto sulle apparecchiature in MT, il trasferimento di elevate tensioni totali di terra che, attraverso il PE, si potrebbero propagare alle masse e alle masse estranee dell'impianto utilizzatore. Un buon livello di sicurezza sia all'interno sia all'esterno dell'impianto lo si può ottenere contenendo le tensioni di passo e di contatto con particolari accorgimenti atti a ridurre i gradienti di potenziale nel terreno e a garantire una efficiente equipotenzialità tra le masse e le masse estranee.

4.4. PROTEZIONE DAI CONTATTI DIRETTI E INDIRETTI PER GUASTI IN MEDIA TENSIONE

4.4.1. Corrente di guasto a terra (IG) e tensione totale di terra (UT)

Le reattanze capacitive sono largamente prevalenti (qualche centinaio di ohm) rispetto alla resistenza del dispersore (qualche decimo di ohm) per cui la corrente IG, corrente massima di guasto a terra, che si richiude attraverso l'anello di guasto può essere ritenuta costante, indipendentemente dal valore della resistenza del dispersore e dal numero dei dispersori in parallelo. La corrente IG nelle reti isolate da terra è generalmente di valore piuttosto modesto (qualche decina di ampere per reti costituite prevalentemente

da linee aeree, e superiori al centinaio di ampere per reti distribuite in cavo e, nella maggioranza dei casi (la sola componente simmetrica), viene fornita dalla società distributrice.

In tutti gli altri casi può essere determinata con la formula approssimata fornita dalle Norme CEI, ossia:

$$IG = U(0,003 L1 + 0,2 L2)$$

dove:

IG corrente convenzionale di terra

U tensione nominale in kV

L1 somma delle lunghezze delle linee aeree in km

L2 somma delle lunghezze delle linee in cavo in km

Nota la IG è possibile ricavare la tensione totale di terra UT (si ricorda che la tensione totale di terra UT di un sistema elettrico rispetto ad un dispersore è il valore di tensione che si stabilisce in caso di contatto fase-terra tra il dispersore stesso e i punti del terreno sufficientemente lontani da potersi considerare a potenziale zero).

4.4.2. Tensioni di passo (UP) e di contatto (UC)

Le correnti di guasto a terra (IG) sulla MT sono interrotte in un tempo che dipende dalle caratteristiche del guasto e dal sistema di protezione previsto. In ogni caso il tempo totale di interruzione generalmente non supera 1 s (i tempi di intervento delle protezioni devono essere richiesti alla società distributrice). L'impianto di terra deve essere dimensionato, in relazione ai tempi di intervento delle protezioni in MT, in modo che il valore della sua resistenza e la geometria del dispersore sia tale da permettere di contenere le tensioni di passo (UP) e di contatto (UC), sia all'interno sia all'esterno della cabina.

L'andamento dei valori delle tensioni di contatto ammessi UC (V) (UTP secondo la Norma CEI 11-1) in funzione della durata del guasto tF (s) sono riportati nella curva di fig. 1 e riassunti nella tabella 2.

La curva rappresenta il valore della tensione che può essere applicata al corpo umano da mano nuda a piedi nudi, con un valore dell'impedenza del corpo umano avente una probabilità pari al 50 % di non essere superata dalla popolazione, con una curva corrente tempo che presenta la probabilità del 5% di provocare fibrillazione ventricolare e con nessuna resistenza addizionale.

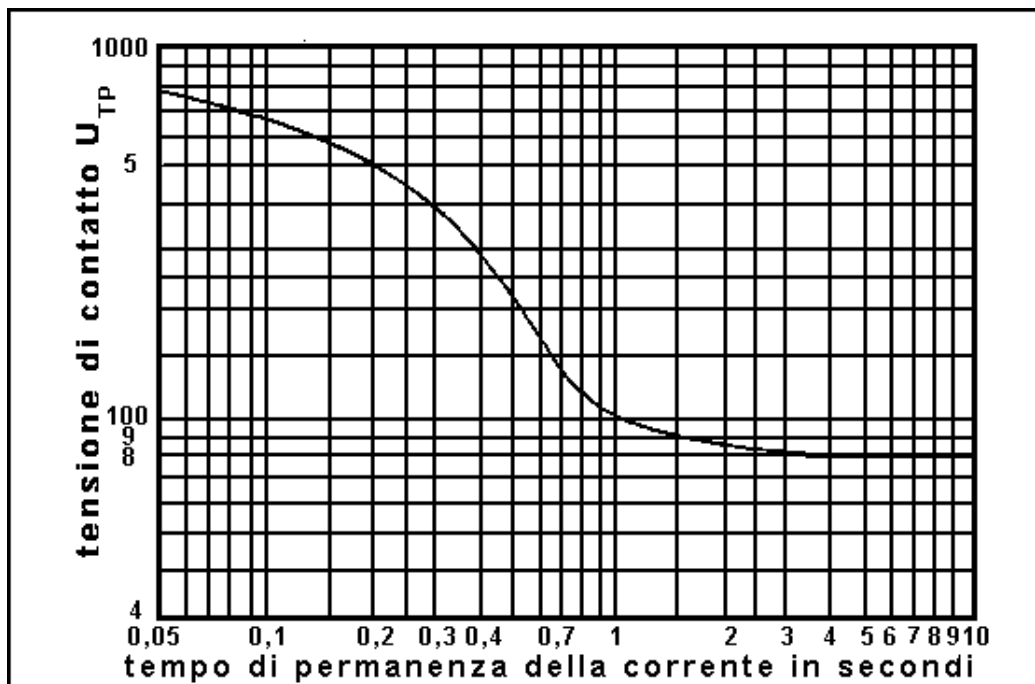


Fig.1- Tensioni di contatto ammissibili U_{TP} (UC per la vecchia norma) per correnti di durata limitata.

Note: La curva rappresenta il valore della tensione che può essere applicata al corpo umano da mano nuda a piedi nudi, con un valore dell'impedenza del corpo umano avente una probabilità pari al 50 % di non essere superata dalla popolazione, con una curva corrente tempo che presenta la probabilità del 5% di provocare fibrillazione ventricolare e con nessuna resistenza addizionale. La curva è relativa a guasti a terra in impianti di alta tensione. Se la durata della corrente è molto più lunga di quanto mostrato nel grafico, si può usare per U_{TP} un valore di 75 V.

Durata del guasto (s)	Tensione di contatto ammissibile U_c (V) (U_{TP} secondo CEI 11-1)
	Norma CEI 11-1
10	80
2	85
1	103
0,8	120
0,7	130
0,6	155
0,5	220
0,2	500
0,14	600
0,08	700
0,04	800

Tab. 2 - Tensioni di contatto ammissibili U_{TP} per correnti di durata limitata

Un impianto di terra è tanto più efficiente quanto minore risulta la sua resistenza di terra e quanto più esso realizza un'elevata equipotenzialità sulla superficie del terreno. Le tensioni di passo e di contatto dipendono infatti, dalla tensione totale di terra e dall'andamento dei potenziali che si stabiliscono sulla superficie calpestabile.

4.4.3. Tipo di dispersore

Il dispersore può assumere diverse forme in funzione della pianta della cabina, dell'area disponibile e del valore della resistenza di terra che si vuole ottenere. Alcune tra le soluzioni più diffuse con dispersori ad anello, integrati eventualmente con picchetti risultano, con le normali correnti di guasto, più che sufficienti. Quando le correnti di guasto o la caratteristica del terreno non permettono di raggiungere risultati sufficienti si può adottare un dispersore del tipo a maglia. La distribuzione del potenziale sulla superficie del terreno risulta tanto più uniforme quanto più fitta è la magliatura.

4.4.4. Calcolo della resistenza di terra ammissibile

Conoscendo la massima tensione totale di terra ammissibile e conoscendo il valore della corrente di guasto si può calcolare la resistenza di terra con la seguente relazione:

$$R_T = \frac{U_T}{I_G}$$

Se dalla misura della resistenza di terra, effettuata ad impianto ultimato, il valore risulta superiore a quello calcolato si devono effettuare le misure di passo e di contatto. Individuate le zone critiche occorre procedere alla modifica dell'impianto di terra oppure approntare idonei accorgimenti sostitutivi.

4.4.5. L'impianto di terra all'interno della cabina

All'interno della cabina, tutti i collegamenti fino al dispersore sono denominati "conduttore di terra" (contrariamente a quello che avviene nei sistemi di prima categoria in cui si parla di CT, PE, EQP ed EQS) e devono avere una sezione minima non inferiore a 16 mm² se in rame, a 35 mm² se in alluminio e a 50 mm² se in ferro.

Deve in ogni caso essere soddisfatta anche la nota relazione:

$$S \geq \frac{1}{K} \sqrt{I_G^2 t}$$

dove:

K è un coefficiente che tiene conto del materiale (tab. 3);

I_G è la corrente convenzionale di guasto a terra;

t è il tempo d'interruzione del guasto in MT.

Tipo di materiale	Rame nudo	Alluminio	Ferro
Valore di K	159	105	58

Tab. 3 – Valori del coefficiente K per la verifica del conduttore di terra

Da notare che, per tempi di interruzione del guasto non superiori a 1 s e con correnti di guasto non superiori a 2500 A, è sufficiente la sezione minima in rame di 16 mm² prescritta dalle Norme.

In conclusione, nel caso di cabine alimentate con linee in MT isolate è sufficiente utilizzare per i conduttori di terra le sezioni minime prescritte dalle Norme, con la sola eccezione per il conduttore che collega il trasformatore al PE che può essere percorso da correnti I_g che dipendono dalla U_0 e dall'impedenza dell'anello di guasto ($I_g = U_0/Z_S$). Tutte le parti metalliche accessibili delle macchine, delle apparecchiature, e della struttura suscettibili di entrare in contatto con elementi in tensione in seguito a guasti o di introdurre il potenziale di terra devono essere collegate al dispersore normalmente per mezzo di una sbarra che funge da collettore (fig. 4).

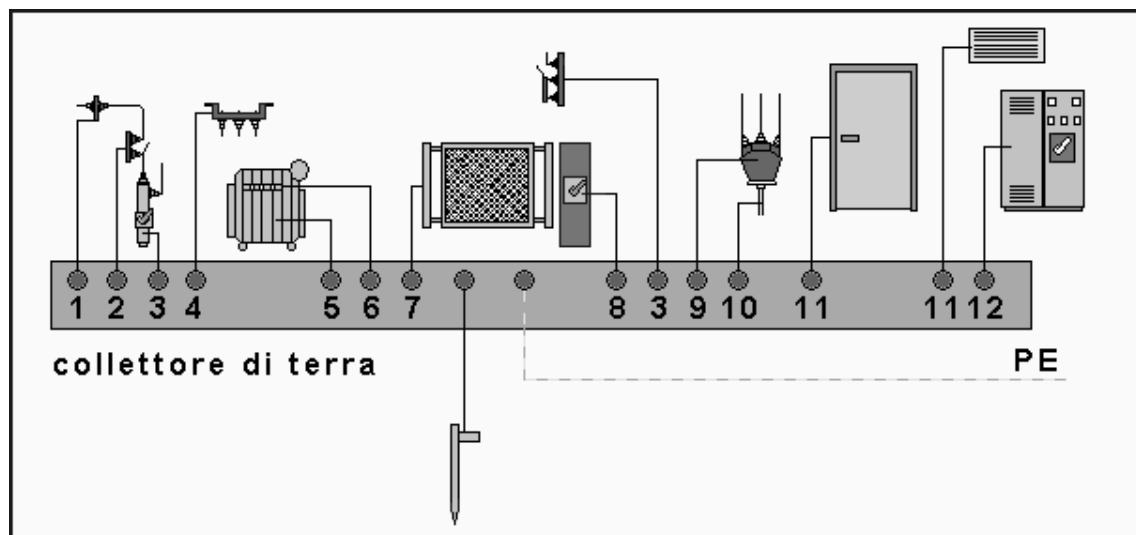


Fig. 4 – Tutte le parti della cabina suscettibili di entrare in contatto con elementi in tensione devono essere collegate al dispersore.

1. Cornici, telai e flange degli isolatori passanti
2. Intelaiature e supporti di ogni tipo di isolatore
3. Intelaiature dei sezionatori, dei portafusibili e degli interruttori
4. Involucri e supporti metallici dell'interruttore automatico MT e di ogni altro apparecchio di controllo e misura
5. La massa del trasformatore (da dimensionare in funzione della corrente di guasto sul lato BT)
6. Morsetto del neutro lato BT del trasformatore (da dimensionare in funzione della corrente di guasto sul lato BT)

7. I ripari metallici e le relative incastellature
8. Gli organi di comando manuale di interruttori e sezionatori
9. Le muffole metalliche
10. L'armatura metallica dei cavi MT
11. Le intelaiature metalliche di porte, finestre e griglie di areazione
12. Gli armadi metallici delle cabine prefabbricate o altri involucri contenenti apparecchiature MT o BT (per gli armadi contenenti apparecchiature in BT dimensionare in funzione della corrente di guasto in BT)

4.4.6. Protezione dai contatti indiretti per guasti in bassa tensione

Per la protezione dai contatti indiretti è ormai invalso l'uso degli interruttori differenziali anche nei sistemi TN, con i quali è possibile risolvere la maggior parte dei problemi legati all'impianto di terra, anche se non risulta sempre gradito a causa dei possibili disservizi per interventi intempestivi.

5. ALLESTIMENTO QUADRI DI DISTRIBUZIONE

5.1. GENERALITÀ

Ogni quadro elettrico è da considerare un componente dell'impianto, come ad esempio un interruttore o una presa a spina e, come tale deve rispondere alle relative norme di prodotto (CEI 17-13) e deve avere un costruttore che ne dichiara la conformità.

Come tutti i componenti elettrici, anche il quadro deve avere una targa sulla quale deve essere indicato il nome del costruttore, o il marchio di fabbrica, insieme al tipo e/o numero di identificazioni, in modo che sia possibile ottenere le informazioni previste dalla norma.

Esistono due tipi di quadri: i quadri AS e i quadri ANS.

I quadri AS sono quadri totalmente provati al tipo, cioè sono stati sottoposti a tutte le prove di tipo previste dalle norme.

I quadri ANS sono quadri parzialmente provati al tipo, cioè sono stati sottoposti solo ad alcune prove di tipo previste dalle norme. Le prove mancanti sono sostituite da calcoli o da misure semplificate.

Le prove di tipo hanno lo scopo di verificare la corretta progettazione del quadro; alle prove di tipo si aggiungono le prove individuali, per accertare che il singolo quadro sia stato costruito secondo il prototipo.

Le norme prevedono le seguenti prove di tipo relative a:

- Limiti di sovratemperatura,
- Tenuta alla tensione applicata,
- Tenuta al cortocircuito,
- Efficienza del circuito di protezione,

- Distanze d'isolamento,
- Grado di protezione IP,
- Funzionamento meccanico.

Le prove di tipo più importanti sono la prova di sovratemperatura e la prova di tenuta al cortocircuito.

I quadri AS sono anche detti quadri di serie (Apparecchiature di Serie) , perché i quadri totalmente provati al tipo sono spesso prodotti in serie, ma non è necessario che la produzione sia in serie perché il quadro sia AS : un quadro totalmente provato al tipo può essere prodotto solo in alcuni esemplari; per contro un quadro prodotto in serie può anche essere parzialmente provato al tipo, cioè di tipo ANS.

I quadri AS non necessariamente devono essere tutti uguali: sono ammesse varianti rispetto al quadro totalmente provato al tipo che non compromettano le prestazioni del quadro (varianti non sostanziali).

Ad esempio, rispetto alla prova di sovratemperatura, si possono introdurre tutti quei cambiamenti che non aumentano in modo significativo lo sviluppo di calore o la sua dissipazione verso l'esterno. Si può ad esempio diminuire il numero di interruttori, o sostituirli con altri che sviluppano una potenza termica uguale o inferiore, ecc.

Su questo principio si basano i quadri che rispondono a un sistema costruttivo prestabilito, i quali devono essere montati secondo le indicazioni del fornitore dei vari componenti del quadro, che ha condotto le prove di tipo su un certo numero di configurazioni tra le più severe.

I quadri ASD sono quadri destinati ad essere installati in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso.

Per persona addestrata si intende una persona che abbia conoscenze tecniche ed esperienza , oppure che ha ricevuto istruzioni specifiche tali da permetterle di prevenire i pericoli dell'elettricità in relazione a determinate operazioni condotte in condizioni specificate.

Se si considera un quadro normale, completamente chiuso, senza alcuna possibilità di accesso alle parti attive, l'uso del quadro consiste nella manovra degli interruttori.

Si ritiene che qualunque persona normale possa essere considerata, a tal fine, addestrata a compiere tali operazioni.

Tutt'al più è sufficiente rendere inaccessibili gli interruttori con uno sportello chiuso a chiave e consegnare la chiave ad alcune persone responsabili.

Se, viceversa, si deve accedere all'interno del quadro, ciò deve essere possibile soltanto a personale elettricamente addestrato.

In definitiva, si ritiene che sia necessario utilizzare i quadri ASD solo in casi eccezionali.

Sono attualmente in vigore le seguenti norme sui quadri :

- CEI 17-13/1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette e prove di tipo (ANS);
- CEI 17-13 /2 : Prescrizioni particolari per i condotti sbarre;
- CEI 17-13/3 : Quadri di distribuzione (ASD) ;

- CEI 17-13/4 : Quadri per cantiere (ASC)

5.2. TENUTA AL CORTOCIRCUITO

Ogni quadro deve essere capace di sopportare le sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche in condizioni di cortocircuito. La tenuta al cortocircuito può prescindere dal dispositivo di protezione contro le sovracorrenti o essere da questo condizionata.

Se si prescinde dal dispositivo di protezione, la tenuta al cortocircuito è espressa dalla corrente ammissibile di breve durata (I_{cw}), intesa come la corrente che il quadro, o un circuito del quadro, può sopportare per un secondo, o per un tempo specificato dal costruttore del quadro. Un secondo è il tempo massimo per il quale si ammette possa durare il cortocircuito, prima che intervengano i dispositivi di protezione a monte.

Se si fa conto sull'intervento di un dispositivo di protezione, installato sul quadro o a monte del quadro ma specificato dal costruttore del quadro stesso, la tenuta al cortocircuito è individuata dalla corrente di cortocircuito condizionata (I_{cc}).

Sia la corrente ammissibile di breve durata, sia la corrente di cortocircuito condizionata, sono espresse dal valore efficace della componente simmetrica della corrente di cortocircuito.

Va da sé, che il quadro può essere installato in un punto dell'impianto dove la corrente di cortocircuito presunta (I_{cp}) non superi la corrente ammissibile di breve durata (I_{cw}) o la corrente di cortocircuito condizionata (I_{cc}).

La prova di tenuta al cortocircuito non è richiesta per i quadri che hanno una corrente ammissibile di breve durata, o una corrente di cortocircuito condizionata, uguale o inferiore a 10 kA.

La prova di tenuta al cortocircuito non è neanche richiesta dalla norma quando il quadro è protetto da un interruttore limitatore che limiti la corrente a un valore non superiore a 15 kA (valore di picco) in corrispondenza del suo potere d'interruzione. Al di là della norma, sembra possibile riferirsi alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione del quadro anziché al potere di interruzione del dispositivo di protezione.

I quadri AS devono essere sottoposti alla prova di cortocircuito, salvo le eccezioni precedentemente indicate. Un quadro ANS può essere, invece, derivato da un quadro provato, se le modifiche approvate conducono a sollecitazioni, calcolate secondo la norma CEI 17-52, uguali o inferiori a quelle del quadro provato.

5.3. LIMITI DI SOVRATEMPERATURA

Gli apparecchi elettrici installati in un quadro sviluppano calore, il quale, a regime, è interamente dissipato nell'ambiente circostante.

Per dissipare calore il quadro assume una sovratemperatura, rispetto all'ambiente circostante, tanto più elevata quanto maggiore è il calore prodotto dalle apparecchiature installate nel quadro.

La sovratemperatura raggiunta nei vari punti all'interno del quadro, ad esempio sui terminali degli interruttori, deve essere compatibile con i materiali isolanti utilizzati e con il corretto funzionamento delle apparecchiature installate all'interno del quadro stesso.

Nei quadri AS il rispetto dei limiti di sovratemperatura deve essere verificato con una prova di riscaldamento.

Nei quadri ANS la sovratemperatura dell'aria all'interno del quadro può essere calcolata secondo la procedura della norma CEI 17-43 .

5.3.1. Determinazione della corrente nominale del quadro I_{nq}

La corrente nominale del quadro I_{nq} è il valore più basso tra la corrente nominale in entrata I_{ne} e la corrente nominale in uscita I_{nu} . Per corrente nominale I_{ne} in entrata del quadro si intende l'85% della corrente nominale o della somma delle correnti nominali dei dispositivi di protezione e/o manovra (magnetotermico, magnetotermico-differenziale, differenziale puro, interruttore di manovra ecc..) di ingresso del quadro destinati ad essere usati contemporaneamente. La corrente nominale in uscita I_{nu} del quadro si ottiene sommando le correnti nominali I_n dei dispositivi di protezione e/o manovra in uscita utilizzati contemporaneamente.

Se non si conoscono i circuiti che possono funzionare contemporaneamente si considera la somma delle correnti nominali di tutti i dispositivi in uscita.

In assenza di dispositivi di protezione e/o manovra in entrata, la corrente nominale del quadro I_{nq} si può identificare con la corrente nominale in uscita I_{nu} .

In un quadro con più interruttori in ingresso (ad esempio, anche se sarebbe bene evitare la promiscuità fra circuiti di utenze diverse, il quadro centralizzato per la protezione dei montanti in un edificio di civile abitazione) la I_{nq} del quadro può essere calcolata sommando l'85% della I_n dei vari interruttori (se gli interruttori in ingresso hanno tutti la stessa corrente nominale: $0,85 \times n \times I_n$ dove I_n è la corrente nominale degli interruttori e n è il numero degli interruttori).

5.3.2. Le verifiche da eseguire

Il quadro dovrà essere sottoposto ad alcune verifiche, in particolare:

- verifica della costruzione e dell'identificazione (il quadro deve avere la targa e deve essere conforme agli schemi circuitali e ai dati tecnici allegati);
- verifica dei limiti di sovratemperatura (verifica che la potenza totale dissipata dal quadro sia inferiore alla potenza massima dissipabile dall'involucro);
- verifica del cablaggio, del funzionamento meccanico ed eventualmente del funzionamento elettrico (controllo del corretto collegamento dei cavi e degli apparecchi);

- verifica dell'efficienza del circuito di protezione (nei quadri metallici controllare a vista o se necessario con prove strumentali il buon collegamento delle masse al conduttore di protezione);
- prova della resistenza di isolamento (la norma CEI 64-8 stabilisce per ogni circuito, quadri più impianto, che la resistenza di isolamento minima sia cinquecento kilohm. In ogni caso la resistenza di isolamento è normalmente dell'ordine dei megaohm e quindi il problema non si pone. La verifica deve essere effettuata mediante uno strumento in grado di fornire una tensione di almeno 500 V tra ogni conduttore attivo e le masse e tra i conduttori attivi.

Terminate le verifiche e le prove richieste deve essere compilata la dichiarazione di conformità che costituirà l'allegato A della documentazione prevista (vedere figura sottostante). Oltre a questo dovranno essere predisposti lo schema unifilare del quadro con dati tecnici relativi ai componenti e, se richiesta, la relazione di verifica dei limiti di sovratemperatura. La conformità alla norma CEI 23-51, se il quadro è stato costruito in proprio, sarà sottoscritta dalla stessa ditta installatrice nel momento in cui rilascia la dichiarazione di conformità dell'impianto alla regola dell'arte, oppure dalla ditta che ha costruito il quadro se la ditta installatrice installa quadri prodotti da altri.

Allegato A secondo CEI 23-51

(da riportare su carta intestata del costruttore)

Dichiarazione di conformità alla regola dell'arte

Il quadro di distribuzione tipo:

Tensione nominale:

Corrente nominale I_{nq} :

Grado di protezione IP :

E' conforme alla norma sperimentale CEI 23-51

Luogo, Data,.....

Dichiarazione di conformità di quadro di distribuzione per uso domestico e similare secondo CEI 23-51

5.4. SPECIFICHE DI REALIZZAZIONE

I quadri di distribuzione comprenderanno, tra gli altri, i circuiti di sezionamento, comando e protezione di:

- impianto luce
- impianto F.M.
- impianti di servizi e sicurezza

I quadri elettrici dovranno essere realizzati con carpenteria come specificato nel singolo schema elettrico o nelle descrizioni di computo, di tipo per posa a parete o ad incasso, dotati di struttura portapparecchi di tipo modulare e con portello.

Tutti i quadri elettrici devono essere dotati di interruttore sezionatore generale che sezionerà il cavo di arrivo della alimentazione.

Opportune targhette dovranno segnalare e identificare tutte le apparecchiature elettriche installate, inoltre i conduttori ed i cavi in partenza dal quadro elettrico devono essere dotati di appositi segnafile o segnacavi indelebili. I quadri dovranno essere dotati di targhette di pericolo e altre in cui si specifica la tensione nominale di funzionamento.

Le eventuali morsettiere devono essere dotate di contrassegni identificativi e dimensionate in modo opportuno secondo le correnti nominali, al fine di poter serrare correttamente i cavi di sezioni prefissate fra un minimo ed un massimo.

Non è obbligatorio installare un interruttore generale con dispositivo bloccoporta, purché la struttura di protezione contro i contatti indiretti sia apribile solamente mediante l'uso di un apposito attrezzo o con chiave e quando tutte le protezioni elettriche sono accessibili sul frontale dello stesso. Rimane peraltro obbligatorio il sistema bloccoporta principalmente quando i dispositivi di protezione sono posti all'interno del medesimo, per cui l'utente per riattivare l'apparecchiatura specifica deve operare a contatto con le parti attive. I connettori isolati devono essere installati e fissati in modo da non appoggiare su parti nude in tensione o su spigoli vivi. La carpenteria metallica deve essere sempre connessa a terra.

6. IMPIANTO DI TERRA GENERALE

6.1. GENERALITÀ

L'impianto di terra costituisce un mezzo che permette alla corrente di guasto di disperdersi o di richiudersi, tramite una resistenza di basso valore, attraverso il terreno. Può svolgere funzioni diverse se è installato dall'utente o dal distributore e se il sistema di distribuzione è un TT o un TN.

6.2. COMPONENTI DI UN IMPIANTO DI TERRA

Sono componenti fondamentali di un impianto di terra:

- il dispersore (o i dispersori) di terra, costituito da uno o più elementi metallici posti in intimo contatto con il terreno e che realizza il collegamento elettrico con la terra; a tale scopo è consentito il collegamento alle reti di fondazione del fabbricato;
- il conduttore di terra, non necessariamente in intimo contatto con il terreno destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra. I conduttori parzialmente interrati e non isolati dal terreno, debbono essere considerati a tutti gli effetti dispersori per la parte interrata e conduttori di terra per la parte non interrata (o comunque isolata dal terreno);
- il conduttore di protezione parte del collettore di terra (o nodo), arriva in ogni impianto e deve essere collegato a tutte le prese a spina (destinate ad alimentare utilizzatori per i quali è prevista la

protezione contro i contatti indiretti mediante messa a terra); o direttamente alle masse di tutti gli apparecchi da proteggere, compresi gli apparecchi di illuminazione con parti metalliche comunque accessibili; è vietato l'impiego di conduttori di protezione non protetti meccanicamente con sezione inferiore a 4 mm². Nei sistemi TT (cioè nei sistemi in cui le masse sono collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema elettrico della fornitura) il conduttore di neutro non può essere utilizzato come conduttore di protezione;

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

Al montante del conduttore di terra e/o al nodo di terra si devono collegare tutti i conduttori di terra di utenza e tutti i conduttori dei collegamenti equipotenziali che si rendono necessari. In particolare i collegamenti equipotenziali principali (EQP) vanno effettuati alla base dell'edificio, in particolare essi comprendono:

- tubazioni metalliche acqua, gas, etc. etc.;
- strutture metalliche della costruzione, le canalizzazioni del riscaldamento centrale e del condizionamento dell'aria;
- schermi metallici dei cavi.

I collegamenti supplementari (EQS) vanno effettuati localmente negli ambienti dove maggiore è il rischio elettrico, ad esempio nel locale bagno o nei locali adibiti ad uso medico. La sezione minima dei conduttori equipotenziali principali (EQP) deve essere non inferiore alla metà della sezione del conduttore di protezione (PE) dell'impianto con un minimo di 6 mm² ed un massimo di 25 mm². Un conduttore equipotenziale supplementare (EQS) che colleghi due masse deve avere una sezione non inferiore a quella del più piccolo conduttore di protezione collegato a queste masse. Un conduttore equipotenziale supplementare (EQS) che connette una massa ed una massa estranea deve avere una sezione non inferiore alla metà della sezione del corrispondente conduttore di protezione. Tutti gli attacchi equipotenziali eseguiti dovranno essere sempre visibili e protetti meccanicamente, compreso il conduttore di connessione.

6.3. IMPIANTO DI TERRA D'UTENTE COMUNE PER ALTA E BASSA TENSIONE (TN)

Un sistema di alta tensione collegato agli impianti dell'utente alimenta in genere anche sistemi o parti di sistemi di bassa tensione. L'impianto di terra dei due sistemi è consigliabile che sia messo in comune realizzando un impianto di terra unico per il neutro e per le masse, sia in alta tensione sia in bassa tensione.

Contrariamente a quanto avviene per il sistema TN del distributore, le persone si trovano all'interno di un impianto di terra comune che deve garantire la sicurezza sia per un guasto sull'alta tensione (CEI 11-1) sia per un guasto sulla bassa tensione (CEI 64-8). Dal momento che un guasto sull'alta tensione influenza la sicurezza anche sulla bassa tensione occorre evitare che si stabiliscano tensioni di contatto superiori alla tensione di contatto ammissibile (UTP). Per questo è sufficiente che siano verificate le condizioni riportate in tabella sottostante: se si vogliono evitare le misure delle tensioni di passo e di contatto si può considerare che, a favore della sicurezza, siano al massimo uguali alla tensione totale di terra (UE). La tensione totale di terra UE può essere calcolata moltiplicando la corrente di terra IE (o, a favore della sicurezza, la corrente di guasto IF) per la resistenza di terra RE ($UE = IE \times RE$). La corrente di terra o di guasto e i tempi di intervento delle protezioni in alta tensione sono fornite, a richiesta, dall'ente distributore mentre la resistenza di terra può essere ricavata mediante calcoli o misure.

Tipo di sistema BT	Durata del guasto	Prescrizioni per un impianto comune di messa a terra dovute a ⁽²⁾⁽³⁾	
		Tensione di contatto	Sollecitazione di tensione
TT ⁽⁴⁾	$T_F \leq 5s$	Non applicabile ⁽⁸⁾	$U_E \leq 500V$
	$T_F > 5s$		$U_E \leq 250V$
TN ⁽⁵⁾	Tempi	$U_E \leq U_{TP}$ ⁽⁶⁾	Non applicabile
		$U_E \leq XU_{TP}$ ⁽⁷⁾	

(1) Per definizioni riguardanti il tipo dei sistemi di BT vedere la CEI 64/8 (HD 384.3. sistemi IT, con conduttore di protezione di BT collegato all'impianto di terra di sistemi di alta tensione, sono considerati al punto b) in quanto essi sono di solito utilizzati per impianti industriali. Non sono presi in considerazione altri impianti IT.

(2) U_E è il potenziale del dispersore dell'impianto comune di terra.

(3) E' necessario prendere in considerazione che il potenziale della stazione elettrica potrebbe essere influenzato dai potenziali trasferiti, per esempio da guaine dei cavi collegate ad impianti vicini.

(4) Si deve considerare la tensione di tenuta dei componenti elettrici di bassa tensione (basata sulla CEI 64/8).

(5) Si devono prendere in considerazione le tensioni di contatto (sicurezza delle persone).

(6) Condizione sufficiente ma non necessaria, in alternativa alla condizione $U_T \leq U_{TP}$

(7) Il conduttore PEN dell'impianto di bassa tensione è collegato a terra in diversi punti in modo da controllare la tensione impressa al neutro. Il valore comune per X è 2. L'esperienza dimostra che in casi particolari possono essere ammissibili valori fino a 5. Questa condizione non si applica agli impianti utilizzatori.

(8) Si considera trascurabile l'eventualità di guasto sull'alta tensione e contemporaneo guasto sulla bassa tensione per rottura dell'isolamento sul/i componente/i.

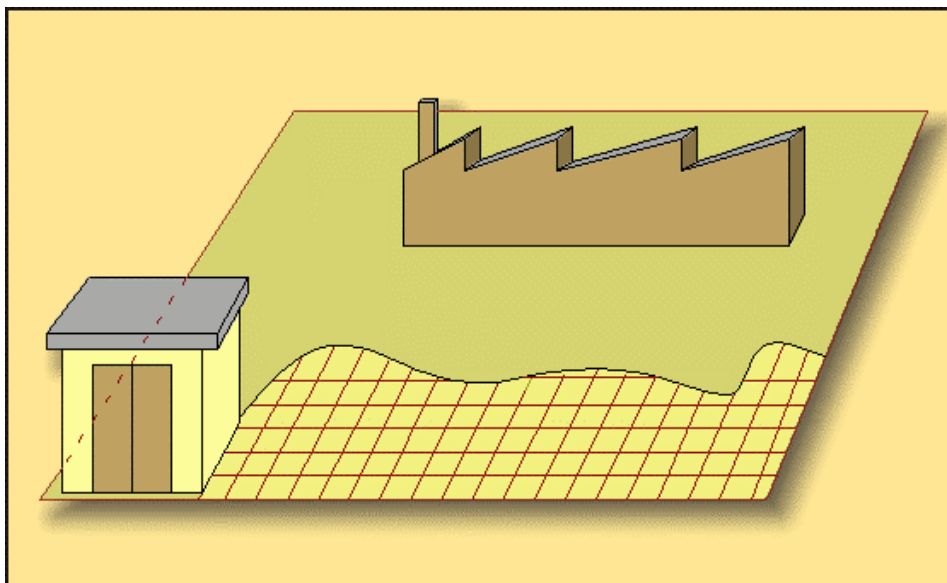
Prescrizioni per sistemi comuni di messa a terra per l'alimentazione degli impianti a bassa tensione al di fuori di un sistema di messa a terra di sistemi di alta tensione.

6.3.1. Impianto di terra unico, con una struttura a maglia

L'impianto di terra è comune sia per il neutro sia per la parte in alta e in bassa tensione (vedere figura). L'impianto, per un guasto sull'alta tensione, è conforme alle Norme se è rispettata una delle seguenti condizioni:

- la tensione totale di terra è inferiore o uguale a una volta e mezzo la tensione di contatto ammissibile $UE \leq 1,5 UTP$;

- la tensione totale di terra è uguale o inferiore a quattro volte la tensione di contatto ammissibile UE $\geq 4 \times UTP$ e sono adottati i provvedimenti M ;
- le tensioni di contatto misurate sono inferiori alla tensione di contatto ammissibile UTP e le tensioni di passo non superano 3 UTP.



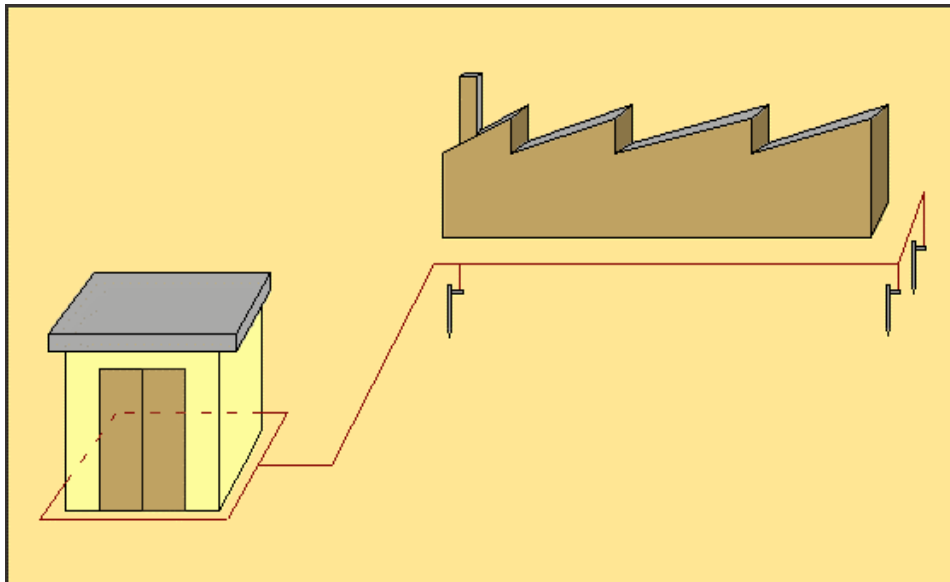
Impianto di terra unico che ricopre, con struttura a maglia, tutta l'area in cui sono installate le masse e la cabina

6.3.2. Impianto di terra unico con collegamento tra la terra di cabina e quella delle masse

L'impianto di terra è unico sia per il neutro sia per le masse in alta e in bassa tensione. Non si sviluppa più secondo una struttura a maglia o ad anello, ma viene realizzato connettendo la terra di cabina con quella dell'impianto utilizzatore così come rappresentato in figura.

L'impianto, per un guasto sull'alta tensione, è conforme alle Norme se è rispettata una delle seguenti condizioni:

- la tensione totale di terra non supera la tensione di contatto ammessa ($UE \geq UTP$);
- le tensioni di contatto misurate sono inferiori alla tensione di contatto ammissibile UTP e le tensioni di passo non superano 3 UTP.

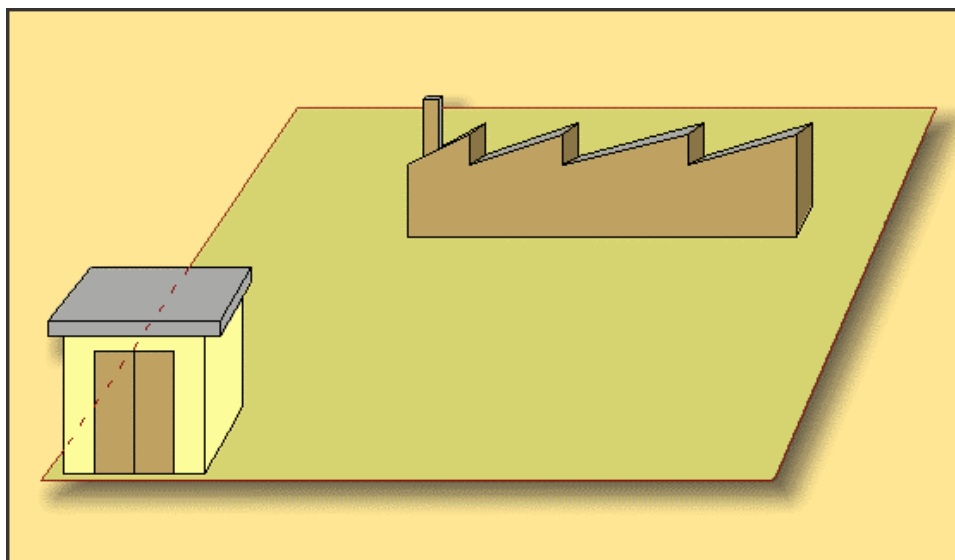


Impianto di terra unico al quale sono collegate la terra di cabina e quella delle masse

6.3.3. Impianto di terra unico formato ad anello

L'impianto di terra è unico sia per il neutro sia per le masse in alta e in bassa tensione e si sviluppa secondo una configurazione ad anello che comprende sia la cabina sia le masse dell'impianto utilizzatore (vedere figura). L'impianto, per un guasto sull'alta tensione, è conforme alle Norme se è rispettata una delle seguenti condizioni:

- la tensione totale di terra non supera la tensione di contatto ammissa (UE $\geq$ UTP);
- le tensioni di contatto misurate sono inferiori alla tensione di contatto ammissibile UTP e le tensioni di passo non superano 3 UTP.



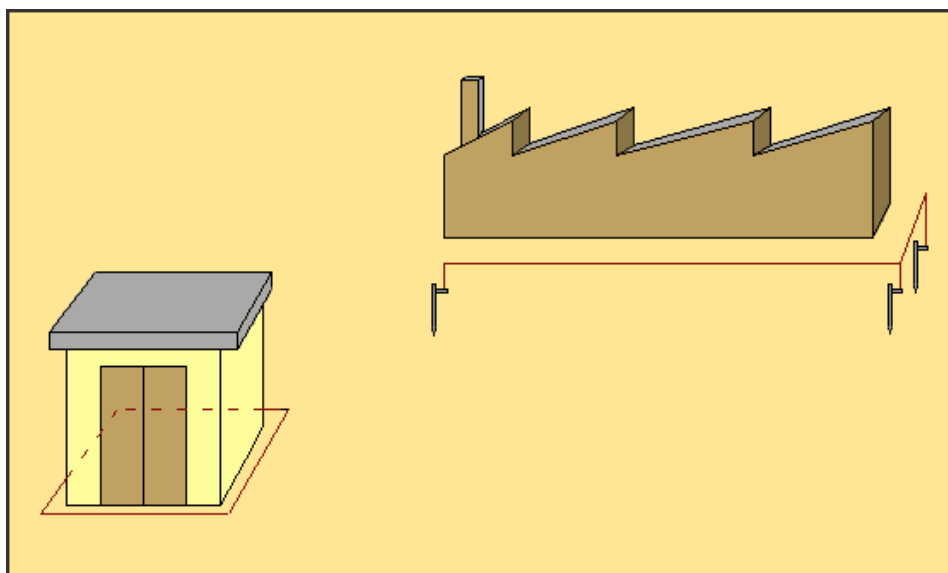
Impianto di terra unico formato da un anello che racchiude al suo interno tutte le masse e la cabina

6.3.4. Impianto di terra della cabina separato da quello dell'impianto utilizzatore

E' una soluzione che viene adottata quando la cabina è posizionata a grande distanza rispetto l'impianto utilizzatore. L'impianto, per un guasto sull'alta tensione, è conforme alle Norme se è rispettata una delle seguenti condizioni:

- la tensione totale di terra è inferiore o uguale a una volta e mezzo la tensione di contatto ammissibile (UE $\geq 1,5$ UTP);
- la tensione totale di terra è uguale o inferiore a quattro volte la tensione di contatto ammissibile (UE $\geq 4 \times$ UTP); e sono adottati i provvedimenti M;
- le tensioni di contatto misurate sono inferiori alla tensione di contatto ammissibile UTP e le tensioni di passo non superano 3 UTP.

Oltre a questo la tensione totale di terra UE non deve superare i 250 V, se le protezioni interrompono un guasto a terra in alta tensione in tempi superiori ai 5s, oppure i 500 V se le protezioni interrompono il guasto in tempi inferiori ai 5 s. Inoltre, la tensione d'isolamento verso terra del secondario del trasformatore AT/BT deve resistere alla somma della tensione totale di terra e della tensione di fase.



Impianto di terra della cabina separato da quello dell'impianto utilizzatore

6.4. IL DIMENSIONAMENTO DELL'IMPIANTO DI TERRA

Il dimensionamento dell'impianto di terra viene condotto sulla base di tre criteri fondamentali:

- resistenza meccanica e alla corrosione;
- tenuta termica;
- sicurezza delle persone.

6.4.1. Resistenza meccanica e alla corrosione - Tenuta termica

Il dispersore deve avere una buona resistenza meccanica e alla corrosione che può essere ottenuta adottando i materiali e le dimensioni minime previste dalla Norma come indicato in tab. 5. I valori che la Norma CEI 11-1 riporta si discostano in parte da quelli previsti dalle Norme CEI 64-8 e CEI 81-1, relative agli impianti utilizzatori di bassa tensione e alla protezione contro i fulmini. Per proteggere dai guasti sia in AT che in BT e dai fulmini, gli impianti di terra, in genere, sono unici per cui è auspicabile per il futuro una revisione dei valori minimi. Per quanto riguarda la resistenza meccanica la Norma prevede per i conduttori di terra, compresi quelli di protezione ed equipotenziali, una sezione minima di 16 mm² mentre, per tenere conto della tenuta termica, oltre che rispettare le sezioni minime previste, è necessario considerare il valore e la durata della corrente di guasto (nel calcolo si può considerare il vero valore della corrente che interessa il conduttore che si deve dimensionare in quanto la corrente di solito si divide tra i diversi componenti dell'impianto di terra). Quando il guasto viene interrotto in tempi inferiori ai 5 s (condizioni adiabatiche di riscaldamento), ponendo l'energia specifica sopportata dal conduttore superiore a quella lasciata passare dal dispositivo di protezione, la sezione del conduttore percorso dalla corrente di guasto può essere calcolata mediante la relazione:

$$A = \frac{I}{k} \sqrt{\frac{t}{I_n \frac{T_f + \beta}{T_i + \beta}}}$$

dove:

k e β sono dei coefficienti forniti dalla Norma che dipendono dai materiali;

T_f e T_i sono le temperature finale e iniziale in gradi centigradi (tab. 5).

Per guasti interrotti in tempi superiori ai 5 s la sezione minima può essere desunta, in funzione della corrente, dai grafici forniti dalla Norma. In verità è bene evidenziare che, rispettando le sezioni minime indicate dalla Norma, in genere si soddisfa ampiamente anche il dimensionamento termico dei conduttori che risultano normalmente adatti anche per correnti di diversi kA

Materiale	$\beta(^{\circ}\text{C})$	$k (\text{Amm}^{-2}\text{s}^{1/2})$
Rame	234,5	226
Alluminio	228	148
Acciaio	202	78

Tab. 5 – Costanti dei materiali

Materiale		Tipo di dispersore	Dimensione minima				
			Corpo			Rivestimento/guaina	
			Diametro (mm)	Sezione trasversale (mm ²)	Spessore (mm)	Valori singoli (μm)	Valori medi (μm)
Acciaio	Zincato a caldo	Piattina ⁽²⁾		90	3	63	70
		Profilato (inclusi i piatti)		90(250)	3(5)	63	70
		Tubo	25		2	47	55
		Barra tonda per picchetto	16(20)			63	70
		Tondo per dispersore orizzontale	10				50
	Con guaina di piombo ⁽¹⁾	Tondo per dispersore orizzontale	8			1000	
	Con guaina di rame estruso	Barra tonda per picchetto	15			2000(500)	
	Con guaina di rame elettrolitico	Barra tonda per picchetto	14.2(15)			90	100
Rame	Nudo	Piattina		50	2		
		Tondo per dispersore orizzontale		25 ⁽³⁾			
		Corda	1.8*	25			
		Tubo	20		2		
	Stagnato	Corda	1.8*	25		1	5
	Zincato	Piattina		50	2	20	40
	Con guaina	Corda	1.8*	25		1000	
	Di piombo ⁽¹⁾	Filo tondo		25		1000	
Per cavetti singoli ⁽¹⁾ non idoneo per posa diretta in calcestruzzo ⁽²⁾ piattina, arrotondata o tagliata con angoli arrotondati ⁽³⁾ in condizioni eccezionali , dove l'esperienza mostra che il rischio di corrosione e di danno meccanico è estremamente basso, si può usare 16 mm ² Nota: i valori riportati tra parentesi sono quelli comunemente utilizzati in Italia.							

Tab. 6 – Dimensioni minime dei componenti del dispersore secondo CEI 11-1

6.4.2. Sicurezza delle persone

La sicurezza delle persone viene ottenuta sostanzialmente con interventi atti a contenere le tensioni di passo e di contatto.

Trattandosi di un sistema TN (fornitura in AT/MT) con neutro collegato all'impianto di terra in AT/MT si confronta la tensione totale di terra UE con la tensione di contatto ammissibile. Se la tensione totale di terra UE è inferiore a quella di contatto ammissibile UTP il dimensionamento è corretto e non è necessario adottare alcun provvedimento aggiuntivo; se la tensione totale di terra UE è superiore a quella di contatto ammissibile UTP è necessaria una verifica sul posto per stabilire tramite misure se la tensione di contatto misurata UT è inferiore alla tensione di contatto ammissibile UTP e se le tensioni di passo US sono inferiori a tre volte UTP.

Se la tensione totale di terra UE è superiore a quattro volte quella di contatto ammissibile UTP si rende necessaria la misura delle tensioni di passo US e di contatto UT per assicurarsi che le tensioni di contatto misurate risultano inferiori alla tensione di contatto ammissibile e che le tensioni di passo misurate risultano inferiori a tre volte la tensione di contatto ammissibile.

6.5. COORDINAMENTO CON I DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

La protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata con uno dei seguenti sistemi:

- coordinamento fra impianto di messa a terra e protezione di massima corrente. Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore con relè magnetotermico, in modo che risulti soddisfatta la seguente relazione: $R_t \leq 50/I_s$ dove R_t è il valore in ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_s è il più elevato tra i valori in ampere delle correnti di intervento in un tempo inferiore a 5 secondi dei dispositivi di massima corrente posti a protezione delle singole derivazioni;
- coordinamento fra impianto di messa a terra e interruttori differenziali.

Questo tipo di protezione richiede l'installazione di un impianto di terra coordinato con un interruttore dotato di relè differenziale che assicuri l'apertura dei circuiti da proteggere non appena eventuali correnti di guasto creino situazioni di pericolo. Affinché detto coordinamento sia efficiente deve essere osservata la seguente relazione: $R_t \leq 50/I_d$ dove R_t è il valore in ohm della resistenza dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli e I_d il più elevato fra i valori in ampere delle correnti differenziali nominali di intervento delle protezioni differenziali poste a protezione dei singoli impianti utilizzatori.

7. IMPIANTO DISTRIBUZIONE

7.1. COEFFICIENTI DI CONTEMPORANEITÀ

Il calcolo della corrente pertinente ai circuiti dorsali e principali sarà calcolata sulla base dei sottoelencati coefficienti di contemporaneità:

Circuito	Coefficiente
Utilizzatori fissi	1.00
Prese a spina	0.50
Punti luce	0.65

7.2. APPARECCHIATURE ELETTRICHE

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui vengono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche o dovute all'umidità alle quali possono essere esposti durante l'esercizio; inoltre devono essere rispondenti alle relative norme CEI e le tabelle di unificazione CEI-UNEL, ove queste esistono.

I componenti autoestinguenti, non regolamentati da apposita prova secondo la specifica norma CEI, devono essere scelti conformi alla prova del filo incandescente, secondo i valori indicati nella tabella 422 delle norme CEI 64-8/4.

Tutti gli apparecchi devono riportare dati di targa ed eventuali indicazioni d'uso, utilizzando la simbologia dei CEI e la lingua Italiana.

7.3. SEZIONAMENTO

Ogni circuito deve essere sezionabile, deve cioè avere un dispositivo di sezionamento per garantire la sicurezza del personale che esegue lavori elettrici su, o in vicinanza, di parti attive, salvo casi particolari. Come dispositivi di sezionamento si possono utilizzare, oltre ai sezionatori e agli interruttori – sezionatori, anche gli interruttori automatici e differenziali ed i fusibili.

Gli interruttori automatici onnipolari, conformi alla norma CEI 23 – 3 (uso domestico e similare) e gli interruttori differenziali puri, conformi alla norma CEI 23 – 42 o dotati anche di sganciatore di sovracorrenti, norma CEI 23 – 44, possono essere utilizzati non solo come protezione, ma anche come sezionamento, poiché sono dichiarati a tal fine idonei dalle stesse norme di prodotto. Per gli interruttori conformi alla norma CEI 17 – 5 (Uso industriale) l'idoneità a svolgere la funzione di sezionamento deve essere invece esplicitamente dichiarata dal costruttore.

Il sezionamento deve comprendere tutti i conduttori attivi: negli impianti alimentati direttamente in bassa tensione dal distributore (sistemi TT) il conduttore di neutro è da ritenere attivo. Per attuare il sezionamento nei circuiti monofase l'interruttore deve quindi interrompere sia la fase sia il neutro; entrambe le fasi nei circuiti fase - fase. Nei circuiti trifasi con neutro l'interruttore deve interrompere le tre fasi e il neutro (interruttore quadripolare). I dispositivi di sezionamento devono essere chiaramente identificati; è sufficiente una etichetta che indichi il circuito su cui sono installati. Occorre prendere precauzioni per evitare che il circuito sia richiuso intempestivamente durante l'esecuzione di lavori elettrici, ad esempio porre i dispositivi di sezionamento entro un quadro chiudibile a chiave. Ciò vale anche per gli

interruttori utilizzati ai fini dell'interruzione del circuito per manutenzione non elettrica, cioè per interrompere l'alimentazione di apparecchi che possono comportare rischi meccanici per le persone a seguito di azionamento intempestivo, ad esempio durante la manutenzione meccanica di macchine utensili, di elevatori, nastri trasportatori, ecc.

7.4. INTERRUITORI AUTOMATICI

7.4.1. Caratteristica d'intervento

Se l'interruttore deve proteggere il cavo dal sovraccarico, occorre controllare che la portata del cavo I_z sia superiore, o uguale, alla corrente nominale dell'interruttore ($I_z > I_n$). In pratica, se si aumenta la corrente nominale dell'interruttore può essere necessario aumentare anche la sezione del cavo.

Il comportamento di un interruttore automatico al cortocircuito è definito diversamente secondo che l'interruttore sia ad uso industriale (CEI 17-5) o domestico e similare (CEI 23-3).

7.4.2. Interruttori automatici ad uso industriale

Un interruttore ad uso industriale è specificato con il potere di interruzioni estremo I_{cu} (evento abbastanza raro di interruzione della corrente di cortocircuito nel punto in cui è installato l'interruttore) e con il potere d'interruzione di servizio I_{cs} (evento più probabile di intervento per cortocircuiti in punti periferici dell'impianto dove la corrente di cortocircuito è minore).

In definitiva, l'interruttore rimane in servizio dopo aver subito correnti di cortocircuito fino a I_{cs} , mentre per correnti comprese tra I_{cs}/I_{cu} l'interruttore è capace di aprire il circuito, ma potrebbe non essere idoneo a riprendere il servizio.

L'installatore deve scegliere un interruttore con un potere d'interruzione estremo (I_{cu}) maggiore (o uguale) alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione e con un rapporto I_{cs}/I_{cu} tanto più elevato quanto più è importante la continuità di servizio.

7.4.3. Interruttori automatici ad uso domestico e similare

La norma relativa agli interruttori automatici per uso domestico e similare non distingue tra potere di chiusura e di interruzione, ma si riferisce al potere di cortocircuito inteso come la corrente di cortocircuito che l'interruttore è capace di stabilire, portare e interrompere (in condizioni di prova specificate).

L'interruttore deve essere scelto con un potere di cortocircuito nominale (I_{cn}) maggiore (o uguale) alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione.

7.5. INTERRUTTORI DI MANOVRA E INTERRUTTORI – SEZIONATORI

Un interruttore di manovra, chiamato comunemente interruttore non automatico, è destinato a stabilire, portare ed interrompere le correnti in condizioni ordinarie del circuito.

Un interruttore di manovra non è idoneo ad interrompere correnti di cortocircuito, o di sovraccarico di elevata intensità.

Se l'interruttore possiede anche le caratteristiche di sezionatore viene denominato interruttore di manovra – sezionatore ed è idoneo per svolgere anche la funzione di sezionamento del circuito.

È necessario proteggere dalle sovracorrenti gli interruttori di manovra e gli interruttori di manovra – sezionatori ponendo a monte un dispositivo di protezione indicato dal costruttore.

Altre volte, gli interruttori di manovra – sezionatori sono combinati con fusibili: in tal caso non solo sono autoprotetti dalle sovracorrenti, ma possono svolgere anche la protezione del circuito.

7.6. FUSIBILI

Il fusibile è un dispositivo di protezione contro le sovracorrenti particolarmente adatto ad interrompere elevate correnti di cortocircuito. I fusibili per bassa tensione sono suddivisi in :

- fusibili per applicazioni domestiche e similari,
- fusibili per applicazioni industriali.

I fusibili per uso domestico e similare possono essere utilizzati anche in applicazioni industriali, ma non viceversa. I fusibili per uso domestico sono soggetti al regime del Marchio di Qualità, non così i fusibili per applicazioni industriali. Rispetto agli interruttori i fusibili hanno il vantaggio di un minor costo e di un elevato potere di interruzione. Per conto, non assicurano l'apertura contemporaneamente di tutte le fasi e l'interruzione di una sola fase, nell'alimentazione dei motori trifasi può provocare dannosi surriscaldamenti. Come noto, si ovvia a questo inconveniente con l'impiego di appropriate protezioni per mancanza di fase inserita negli avviatori. Inoltre la sostituzione del fusibile può risultare pericolosa se si sostituisce la cartuccia con mezzi non idonei.

I fusibili sono contraddistinti da due lettere:

- la prima lettera, "g" oppure "a" si riferisce al campo di interruzione;
- la seconda lettera "G" o "M" designa la categoria di utilizzazione.

La lettera "g" indica che il fusibile è in grado di interrompere, in condizioni specificate, tutte le correnti che provocano la fusione fino al potere di interruzione nominale; in altri termini il fusibile ha un potere di interruzione a tutto campo.

La lettera "a" indica che il fusibile è in grado di interrompere, in condizioni specificate, tutte le correnti comprese fra $k_2 I_n$ e il potere di interruzione nominale, non è invece in grado di interrompere le correnti comprese tra I_n e $k_2 I_n$ (k_2 è in pratica, uguale a 6,3); il fusibile ha quindi un potere di interruzione a campo ridotto.

In definitiva, il fusibile aM è adatto per interrompere elevate correnti mentre deve essere protetto per le correnti di sovraccarico da un relè termico, la cui caratteristica stia al di sotto dei limiti di sovraccaricabilità del fusibile.

Le categorie d'utilizzazione dei fusibili sono due: "G" per uso generale e "M" per la protezione dei motori contro cortocircuito.

In relazione al campo di interruzione e alla categoria di utilizzazione si hanno, in definitiva, i seguenti tipi di fusibile:

- gG cartucce per uso generale, con potere di interruzione a tutto campo;
- gM cartucce per la protezione dei circuiti dei motori, con potere di interruzione a tutto campo;
- aM cartucce per la protezione dei circuiti dei motori, con potere di interruzione a campo ridotto.

7.7. CONTATTORI E AVVIATORI

Il contattore (comunemente chiamato anche teleruttore) è un apparecchio ad azionamento non manuale, previsto per un elevato numero di manovre, capace di stabilire, sopportare e interrompere le correnti di manovra in condizioni ordinarie e di sovraccarico.

L'avviatore è l'associazione di un contattore e di un relè termico per la protezione contro il sovraccarico.

Le più importanti caratteristiche del contattore / avviatore da coordinare con le esigenze impiantistiche sono di seguito indicate.

Corrente nominale di impiego (I_e): è la corrente stabilita dal costruttore in relazione alla tensione nominale, al numero di cicli (apertura/chiusura) all'ora, alla categoria di utilizzazione, alla corrente nominale del relè di sovraccarico, ecc. Ad esempio, lo stesso contattore alla tensione nominale di 400 V, può avere una corrente di impiego $I_e = 20$ A in categoria AC-1, $I_e = 12$ A in categoria AC – 3 e $I_e = 4,3$ A in categoria AC-4.

Nell'avviamento diretto di motori singoli, l'indicazione della corrente nominale di impiego del contattore/avviatore può essere sostituita, o completata, con l'indicazione della massima potenza nominale del motore.

Categoria di utilizzazione: indica le applicazioni tipiche nelle quali il contattore/avviatore può essere impiegato; è quindi molto importante, nella scelta della categoria di utilizzazione del contattore, definire bene il tipo di carico che si deve alimentare.

Potere di chiusura e di interruzione nominale (I_c): valori di corrente che il contattore è in grado di stabilire e di interrompere senza subire danneggiamenti; sono espressi come multipli della corrente di impiego I_e in relazione alle categorie di utilizzazione.

Risulta quindi evidente che il contattore non è in grado di chiudere o interrompere una corrente di cortocircuito.

Il contattore, oltre che di contatti di potenza, può essere provvisto anche di contatti ausiliari per eventuali segnalazioni o comandi.

7.8. CONTATTORI PER USO DOMESTICO E SIMILARE

I contattori per uso domestico e similare sono di piccole dimensioni, chiamati anche modulari perché assemblabili con montaggio su barra DIN con gli interruttori automatici di tipo domestico e similare (Norma CEI 23-3), hanno corrente nominale di impiego non superiore a 63 A. Sono utilizzati in genere negli impianti elettrici di distribuzione in edifici civili, ma possono essere installati anche in impianti di tipo industriale con impiego non gravoso.

7.9. PRESE A SPINA

Negli impianti elettrici, a seconda dei casi specifici, è possibile utilizzare:

- prese a spina per usi industriali (prese CEE);
- prese a spina per uso domestico e similare.

Le prese a spina per uso domestico e similare (monofase) possono essere utilizzate in ambienti industriali, per piccole apparecchiature, dove non sia previsto un servizio gravoso con forti urti o vibrazioni.

Il tipo industriale è comunque necessario per:

- prese a spina monofase 2P+T con corrente nominale superiore a 16 A;
- prese a spina trifase.

Nel collegare le prese trifasi si deve mantenere costante il senso ciclico delle fasi, ad evitare che il motore di un utilizzatore alimentato da prese diverse possa invertire il senso di marcia. Le prese a spina con corrente nominale superiore a 16 A devono essere abbinate ad un interruttore, non necessariamente interbloccato con la presa a spina.

L'interblocco tra prese a spina e interruttore evita pericoli per l'operatore che inserisca la spina in presenza di cortocircuito a valle della spina; tale pericolo può essere reale quando la corrente di cortocircuito supera 5-6 kA ed il circuito non è protetto da fusibili o interruttori limitatori di corrente.

Non c'è alcun obbligo normativo generalizzato di proteggere il circuito di presa a spina con un interruttore differenziale da 30 mA, anche se tale protezione aumenta la sicurezza. Tale obbligo sussiste solo in casi particolari a maggior rischio elettrico, ad esempio nei cantieri edili, nel locale da bagno o per docce, nei campeggi, ecc.

E' bene che le prese siano protette da un interruttore automatico o fusibile, di corrente nominale non superiore alla corrente nominale delle prese stesse: la protezione può essere singola o comune a più prese.

8. ILLUMINAZIONE

8.1. GENERALITÀ

Il livello di illuminazione in esercizio (E), raccomandato dalla norma, varia in funzione del tipo di locale e/o di attività svolta.

L'illuminamento è in genere calcolato, e/o misurato, sul piano di lavoro ad una altezza di 0,85 m dal pavimento.

Le lampade fluorescenti lineari sono da preferire per la loro efficienza luminosa, per la maggiore uniformità di illuminamento e per l'accensione pressochè immediata, il che è particolarmente utile dopo una interruzione della tensione di alimentazione.

Le lampade a scarica nel gas (vapori di mercurio, alogenuri metallici, sodio ad alta pressione, ecc.) sono invece preferibili in ambienti molto vasti o con altezze elevate. Si ha per conto lo svantaggio di un'accensione ritardata, che per alcuni tipi di lampade può arrivare a 5-6 min. in occasione di una interruzione anche breve dell'alimentazione, a causa del tempo necessario per il raffreddamento – riscaldamento.

E' quindi consigliabile prevedere comunque una parte di apparecchi di illuminazione con lampade ad accensione immediata, come appunto le fluorescenti lineari, che garantiscono un illuminamento minimo.

In presenza di attività che richiedono illuminamenti diversi, è consigliabile prevedere per tutto l'ambiente il livello di illuminamento più basso e aggiungere un'illuminazione localizzata che permetta di raggiungere il livello di illuminazione richiesto per le attività più critiche.

8.2. CALCOLO ILLUMINOTECNICO

Per dimensionare l'impianto di illuminazione si possono seguire due metodi semplici, che permettono di calcolare con sufficiente approssimazione la potenza ed il numero di lampade necessarie per ottenere l'illuminazione voluto.

8.2.1. Metodo del flusso totale

Il numero N degli apparecchi di illuminazione, necessari per ottenere l'illuminamento (medio) in esercizio E, vale (apparecchi disposti uniformemente):

$$N = \frac{E \times a \times b}{\text{flusso} \times U \times M}$$

dove :

E illuminamento (medio) in esercizio (lx) ,

a lunghezza del locale (m) ,

b larghezza del locale (m) ,

flusso flusso luminoso emesso dalle lampade di ciascun apparecchio di illuminazione (lm), (valori tabellari),

M fattore di manutenzione ,

U fattore di utilizzazione.

Il fattore di manutenzione M rappresenta il rapporto fra l'illuminazione medio in esercizio e l'illuminazione medio di progetto; per le attività con scarso inquinamento in grado di depositarsi sugli apparecchi di illuminazione e sulle pareti dei locali si può considerare $M = 0,8$; se il grado di inquinamento è forte $M = 0,7$; se è molto elevato $M = 0,6$.

Il costruttore degli apparecchi di illuminazione fornisce i valori del fattore di utilizzazione U, in funzione dei fattori di riflessione, del tipo di apparecchio di illuminazione, di lampada e dell'indice del locale (K).

8.2.2. Metodo del flusso totale semplificato

Per un dato locale la potenza complessiva delle lampade P, in watt, per ottenere un determinato illuminato (medio) in esercizio E, in lux, si ricava dalla formula:

$$P = 0,1 \times K_i \times S \times E$$

dove:

S superficie del locale, o della porzione di locale, da illuminare (m²)

K_i coefficiente che rappresenta la potenza, in watt, che deve avere una lampada con una determinata efficienza luminosa per ottenere un illuminamento medio di 10 lx su una superficie di 1 m²; i valori di K_i relativi alle aree di lavorazione e magazzini con altezza superiore a 3 m, indicati nella tabella 7 , sono stati ricavati nelle seguenti ipotesi :

- fattore di manutenzione M uguale a 0,7 ;
- fattore di utilizzazione U pari a 0,4 per apparecchi di illuminazione con lampade fluorescenti lineari e 0,45 per apparecchi di illuminazione con lampade a scarica;
- altezza degli apparecchi di illuminazione dal pavimento : 4 – 5 m per lampade fluorescenti e 6 – 7 m per lampade a scarica.

Il numero di lampade necessarie si ottiene dividendo la potenza complessiva P per la potenza unitaria della lampada scelta, esclusa la potenza dissipata negli alimentatori o trasformatori.

TIPO DI LAMPADA	EFFICIENZA LUMINOSA	COEFFICIENTE K _i (1)	
		Locali lavorazione	Uffici, servizi, ecc.
Fluorescente lineare	90lm/W	0,38	0,28
Alogenuri metallici	51lm/W	0,43	0,33
Vapori di mercurio	52lm/W	0,6	-
Sodio alta pressione	100lm/W	0,32	0,55(2)
Illuminazione sicurezza	1lm/W	1,5	1,5
Fluorescenti compatte	65lm/W	-	0,4

Tab. 7 – coefficiente K_i per il calcolo dell'illuminamento nella piccola industria.

9. ILLUMINAZIONE ESTERNA E INQUINAMENTO LUMINOSO

9.1. RIFERIMENTI NORMATIVI CALCOLO ILLUMINOTECNICO

Di seguito si riportano i principali riferimenti normativi e legislativi che si occupano di illuminazione esterna e inquinamento luminoso

- Norma CEI 64-7 Impianti elettrici di illuminazione pubblica
- Norma CEI 64-8 Sez. Sezione 714 della Parte 7 il cui contenuto riguarda gli impianti di illuminazione situati all'aperto
- Norma UNI 11248 Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche
- Norma UNI 13201 Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali - Parte 3: Calcolo delle prestazioni
- Guida all'illuminazione delle aree urbane CIE - n.136 del 2000 della Commission International de l'Eclairage - o norma CEN

Inquinamento luminoso

- Norma UNI 10819 Impianti di illuminazione esterna Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso
- Legge quadro sulle aree protette n. 394 del 06-12-1991
- Veneto LR 17/09

La norma UNI 10819 introduce un parametro definito "Rapporto Di Emissione Superiore" (R_n) che rappresenta la percentuale di flusso luminoso emesso verso l'alto da un impianto di illuminante in rapporto al flusso totale prodotto. Successivamente si classificano gli impianti in tipologie:

A	Impianti dove la sicurezza è a carattere prioritario, per esempio illuminazione pubblica di strade, aree a verde pubblico, aree a rischio, grandi aree.
B	Impianti sportivi, impianti di centri commerciali e ricreativi, impianti di giardini e parchi privati.
C	Impianti di interesse ambientale e monumentale.
D	Impianti pubblicitari realizzati con apparecchi di illuminazione.
E	Impianti a carattere temporaneo ed ornamentale, quali per esempio le luminarie natalizie.

Tab. 1

Successivamente si classifica il territorio in tre zone:

Zona 1	altamente protetta ad illuminazione limitata	Raggio di 5 km da osservatori astronomici o astrofisici di importanza nazionale
Zona 2	zona protetta intorno alla zona 1 e/o intorno a osservatori di carattere nazionale o di importanza divulgativa	Raggio di 5 – 10 – 15 – 25 km in funzione dell'importanza del centro
Zona 3	Territorio non classificato dalle zone 1 e 2	--

Tab. 2

A questo punto si possono definire i valori massimi di R_n in % in funzione dei vari tipi di impianto e nelle varie zone:

- impianti tipo A,B,C,D :
- $R_n = 1$ nella zona 1
- $R_n = 5$ nella zona 2
- $R_n = 10$ nella zona 3
- impianti tipo E :
- non ammessi nella zona 1
- ammessi solo se soggetti ad orario regolamentato nella zona 2
- ammessi nella zona 3

In alcuni casi particolari come l'illuminazione dal basso verso l'alto di monumenti o di edifici a contorno complesso e per potenze fino a 5 kW è ammesso utilizzare un metodo alternativo definito delle intensità luminose massime. Questo metodo prevede che l'intensità luminosa massima in cd/klm oltre il contorno dell'opera nell'emisfero superiore non debba superare i seguenti valori:

- impianti tipo A :
- 5 cd/klm nella zona 1
- 15 cd/klm nella zona 2
- 30 cd/klm nella zona 3
- impianti tipo B :
- 5 cd/klm nella zona 1
- 30 cd/klm nella zona 2
- 80 cd/klm nella zona 3
- - impianti tipo C , D :
- 5 cd/klm nella zona 1

- 100 cd/klm nella zona 2
- 200cd/klm nella zona 3
- - impianti tipo E :
- non ammessi nella zona 1
- ammessi solo se soggetti ad orario regolamentato nella zona 2
- ammessi nella zona 3

9.2. MISURE PER RIDURRE I CONSUMI E L'INQUINAMENTO LUMINOSO

9.2.1. Efficienza luminosa

Al fine di contenere i consumi energetici è importante utilizzare lampade con elevata efficienza luminosa come ad esempio lampade a vapori di sodio al alta pressione, queste lampade producono una luce gialla che può facilmente essere utilizzata per l'illuminazione stradale e di precorsi ciclabili o pedonali, per gli impianti sportivi è preferibile utilizzare lampade a vapori di alogenuri metallici che producono una luce più bianca. È bene evitare l'uso di lampare a vapori di mercurio che presentano una minore efficienza luminosa e nel loro invecchiamento hanno un effetto di progressivo abbassamento del flusso luminoso senza il classico sfarfallio che di solito è segnale per la sostituzione; alcune regioni vietano espressamente l'uso di lampade a vapori di mercurio. È altresì importante che anche gli alimentatori abbiano un buon rendimento elettrico e che le ottiche degli apparecchi siano di buona qualità con un alto rendimento espresso come rapporto tra il flusso luminoso generato dalla lampada e il flusso che esce dall'apparecchio stesso (tab.3).

Tipo di lampada	Efficienza (lm/W)
Vapori di sodio alta pressione (150 W tubolare)	100
Ioduri metallici (150 W tubolare)	80 ÷ 90
Vapori di mercurio	50 ÷ 55

Tab. 3

9.2.2. Controllo del flusso luminoso

Per quanto riguarda l'illuminazione della pavimentazione sia essa stradale o pedonale o cortilizia, bisogna utilizzare apparecchi con ottiche che impediscono al flusso luminoso la dispersione verso l'alto, in alcune regioni è consentito una diffusione verso l'alto non superiore al 3% sul totale, mentre in altre si danno dei valori limite in Cd/m² per angoli di 90° dalla verticale e 0 Cd/m² per angoli superiori. Spesso nei centri storici per esigenze ornamentali si consentono dei valori di dispersione più alti al fine di poter utilizzare apparecchi tipo “lanterne” con ottiche aperte.

9.2.3. Illuminazione di edifici

L'illuminazione delle facciate degli edifici è solitamente una delle maggiori cause di inquinamento luminoso, è bene quindi che limitarne l'uso e utilizzare apparecchi che illuminano dall'alto verso il basso, anche se l'effetto scenico ne risente. L'illuminazione dal basso verso l'alto è espressamente vietata in quasi tutte le regioni che si sono dotate di apposite leggi; mentre è consentita per monumenti ed edifici storici e monumentali.

I fasci di luce devono però ricadere all'interno della sagoma dell'edificio e con dei limiti di luminanza che vanno da $0,5 \div 1 \text{ cd/m}^2$. Qualora la sagoma della superficie sia irregolare si da un limite al flusso diretto verso l'emisfero superiore che non viene intercettato dalla struttura illuminata, generalmente del 10%.

9.2.4. Riduzione del flusso luminoso

Quasi tutte le leggi regionali impongono la riduzione del flusso luminoso del 30% o del 50% dopo un orario prestabilito che può andare dalle 22 alle 24. Questo risultato può essere ottenuto sia con lo spegnimento alternato dei punti luce, sia utilizzando i riduttori di flusso, sia utilizzando apparecchi dotati di due lampade una di potenza maggiore e una di potenza minore. Va subito precisato che, sulle strade, l'espedito di spegnere un centro ogni tre oppure ogni due non è consentito dalla Norma UNI EN 11248 perché compromette l'uniformità dell'illuminamento. L'installazione di apparecchiature definite "riduttori di flusso", permettono di variare la tensione sulle linee di alimentazione degli apparecchi illuminanti per diminuirne il flusso.

Tipo di lampada	Rendimento da/a	Riduzione di potenza %	Valori minimi di tensione a regime ridotto	
			Senza steady-state	con steady-state
Incandescenza	Buono/Ottimo	40-50	170	--
Incandescenza con alogeni	Buono/Ottimo	40-50	170	--
Vapori di mercurio (Hg)	Suff./Buono	20-25/33-38	190	180
Vapori di sodio (Na) alta pressione	Buono/Ottimo	40-45	170	--
Vapori di sodio bassa (Na) pressione	Suff./Discreto	25-30	185	--
Vapori di sodio (Na) a.p. con reattore Hg	Discr./Buono	30-35	185	175
Vapori di sodio (Na) a.p. con accenditore incorporato	Discr./Buono	35-40	175	--
Ioduri metallici	Suff./Suff.	18-20	200	--
Fluorescenti	Suff./Suff.	20-25	185	--
Fluorescenti a risparmio di energia	Discr./Buono	20-35	180	--

Tab. 4

La soluzione dell'apparecchio con doppia lampada presenta l'inconveniente di richiedere anche l'uso di un conduttore in più nella linea di alimentazione e diventa poco vantaggioso negli impianti estesi mentre è conveniente nei piccoli impianti con pochi punti luce dove il costo del riduttore di flusso avrebbe una incidenza troppo alta.

9.2.5. Limitazione degli sprechi

Quasi tutte le leggi regionali impongono dei divieti per evitare inutili sprechi di energia e ridurre l'inquinamento luminoso come ad esempio:

- Spegnimento delle insegne pubblicitarie dopo un orario stabilito, sono escluse quelle ritenute di pubblica utilità come le delle farmacie di turno e quelle dei locali che rimangono aperti fino a tarda notte;
- divieto di utilizzare fasci di luce fissi o roteanti per fini pubblicitari o di richiamo, sia verso il cielo che su superfici naturali.
- utilizzare i valori di illuminamento minimi consentiti dalle norme.

9.2.6. Legge regionale

Veneto – legge regionale n. 17 del 07-08-2009

In Veneto agli impianti nuovi si applicano le seguenti prescrizioni relative alla “Regolamentazione delle sorgenti di luce e dell'utilizzazione di energia elettrica da illuminazione esterna”, secondo la quale si considerano conformi ai principi di contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico gli impianti che rispondono ai seguenti requisiti:

- a) sono costituiti di apparecchi illuminanti aventi un'intensità luminosa massima compresa fra 0 e 0.49 candele (cd) per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso a novanta gradi ed oltre;
- b) sono equipaggiati di lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, come quelle al sodio ad alta o bassa pressione, in luogo di quelle ad efficienza luminosa inferiore. È consentito l'impiego di lampade con indice di resa cromatica superiore a $R_a=65$, ed efficienza comunque non inferiore ai 90 lm/w esclusivamente per l'illuminazione di monumenti, edifici, aree di aggregazione e zone pedonalizzate dei centri storici. I nuovi apparecchi d'illuminazione a led possono essere impiegati anche in ambito stradale, a condizione siano conformi alle disposizioni di cui al comma 2 lettere a) e c) e l'efficienza delle sorgenti sia maggiore di 90lm/W;
- c) sono realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta o di illuminamento medio mantenuto previsto dalle norme di sicurezza specifiche; in assenza di norme di sicurezza specifiche la luminanza media sulle superfici non deve superare 1 cd/mq;
- d) sono provvisti di appositi dispositivi che abbassano i costi energetici e manutentivi, agiscono puntualmente su ciascuna lampada o in generale sull'intero impianto e riducono il flusso luminoso in

misura superiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività, entro le ore ventiquattro. La riduzione di luminanza, in funzione dei livelli di traffico, è obbligatoria per i nuovi impianti d'illuminazione stradale.

Si considerano conformi ai principi di contenimento dell'inquinamento luminoso e del consumo energetico i lampioni fotovoltaici autoalimentati che utilizzano pannelli aventi rendimento pari o superiore al dieci per cento e comunque corrispondenti alle caratteristiche indicate al comma 2, lettere a), b), c).

È concessa deroga ai requisiti di cui al commi precedenti:

- a) per le sorgenti di luce internalizzate e quindi non inquinanti, quali gli impianti di illuminazione sotto tettoie, portici, sottopassi, gallerie e strutture similari, con effetto totalmente schermante verso l'alto;
- b) per le sorgenti di luce facenti parte di installazione temporanea, che vengano rimosse entro un mese dalla messa in opera, o che vengano spente entro le ore ventuno nel periodo di ora solare ed entro le ore ventidue nel periodo di ora legale;
- c) per gli impianti che vengono accesi per meno di dieci minuti da un sensore di presenza o movimento, dotati di proiettori ad alogeni o lampadine a fluorescenza compatte o altre sorgenti di immediata accensione;
- d) per i porti, gli aeroporti e le altre strutture non di competenza statale, limitatamente agli impianti e ai dispositivi di segnalazione strettamente necessari a garantire la sicurezza della navigazione marittima e aerea;
- e) per le installazioni e per gli impianti di strutture, la cui progettazione, realizzazione e gestione sia regolata da specifica normativa statale;
- f) per impianti dotati di piccole sorgenti tipo fluorescenza, gruppi di led o di sorgenti simili, caratterizzati dai seguenti requisiti:
 - 1) in ciascun apparecchio, il flusso totale emesso dalle sorgenti non sia superiore a 1800 lumen;
 - 2) ogni apparecchio emetta meno di 150 lumen verso l'alto;
 - 3) gli apparecchi dell'impianto d'illuminazione non emettano, complessivamente, più di 2.250 lumen verso l'alto;
- g) per gli impianti installati per le manifestazioni all'aperto e itineranti con carattere di temporaneità regolarmente autorizzate dai comuni;
- h) per le insegne ad illuminazione propria, anche se costituite da tubi di neon nudi.

L'illuminazione delle insegne non dotate di illuminazione propria deve essere realizzata utilizzando apparecchi che illuminino dall'alto verso il basso. Le insegne dotate di luce propria non devono superare i 4.500 lumen di flusso totale, emesso in ogni direzione per ogni singolo esercizio. In ogni caso tutte le insegne luminose non preposte alla sicurezza e ai servizi di pubblica utilità devono essere spente alla chiusura dell'esercizio e comunque entro le ore ventiquattro.

Fari, torri-faro e riflettori illuminanti parcheggi, piazzali, cantieri, svincoli ferroviari e stradali, complessi industriali e grandi aree di ogni tipo devono avere, rispetto al terreno, un'inclinazione tale, in relazione alle caratteristiche dell'impianto, da non irradiare oltre 0 cd per 1.000 lumen a 90° e oltre. Si privilegiano gli apparecchi d'illuminazione con proiettori di tipo asimmetrico. In particolare, l'installazione di torri-faro deve prevedere una potenza installata inferiore, a parità di luminanza delle superfici illuminate, a quella di un impianto con apparecchi tradizionali; qualora il fattore di utilizzazione di torri-faro, riferito alla sola superficie di utilizzo, superi il valore di 0,5, gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi di spegnimento o di riduzione della luminanza, nei periodi di non utilizzazione o di traffico ridotto.

Nell'illuminazione degli impianti sportivi progettati per contenere oltre cinquemila spettatori, le disposizioni di cui al comma 2, lettera a) della legge 17/09 sono derogabili, salvo l'obbligo di contenere al minimo la dispersione di luce verso il cielo e al di fuori delle aree verso le quali l'illuminazione è orientata. Devono essere tecnicamente assicurate la parzializzazione dell'illuminazione, funzionale alla durata del suo utilizzo, e l'accensione dell'impianto limitata al tempo necessario allo svolgimento della manifestazione sportiva. Negli impianti sportivi è ammesso l'utilizzo di sorgenti luminose diverse da quelle di cui al comma 2, lettera b). L'illuminazione delle piste da sci deve aver luogo, compatibilmente con le esigenze di sicurezza, contenendo la dispersione di luce al di fuori della pista medesima ed il calcolo della luminanza deve tener conto dell'elevata riflettività del manto nevoso.

È vietato, su tutto il territorio regionale, l'utilizzo anche temporaneo, di fasci di luce fissi o rotanti, di qualsiasi colore e potenza, come i fari, i fari laser, le giostre luminose e ogni tipo di richiamo luminoso, a scopo pubblicitario o voluttuario, come i palloni aerostatici luminosi e le immagini luminose che disperdono luce verso la volta celeste. È altresì vietata l'illuminazione di elementi del paesaggio e l'utilizzo delle superfici di edifici o di elementi architettonici o naturali, per la proiezione o l'emissione di immagini, messaggi o fasci luminosi, a scopo pubblicitario o voluttuario.

Le modalità di illuminazione degli edifici devono essere conformi ai requisiti di cui al comma 2, lettera a), con spegnimento o riduzione della potenza d'illuminazione pari ad almeno il trenta per cento, entro le ventiquattro ore. Qualora l'illuminazione di edifici di interesse storico, architettonico o monumentale non sia tecnicamente realizzabile secondo i requisiti di cui al comma 2, lettera a), è ammesso il ricorso a sistemi d'illuminazione dal basso verso l'alto, con una luminanza media mantenuta massima sulla superficie da illuminare pari a 1 cd/m² o ad un illuminamento medio fino a 15 lux. In tal caso i fasci di luce devono comunque essere contenuti all'interno della sagoma dell'edificio e, qualora la sagoma sia irregolare, il flusso diretto verso l'alto non intercettato dalla struttura non deve superare il dieci per cento del flusso nominale che fuoriesce dall'impianto di illuminazione.

Per gli impianti di illuminazione esistenti alla data d'entrata in vigore della presente legge e non rispondenti ai requisiti di cui al presente articolo, fatte salve le norme vigenti in materia di sicurezza, è disposta la modifica dell'inclinazione degli apparecchi secondo angoli prossimi all'orizzonte, con inserimento di schermi paraluce atti a limitare l'emissione luminosa oltre i novanta gradi.

Ai fini dell'alta efficienza degli impianti si osservano le seguenti prescrizioni:

- a) impiegare, a parità di luminanza, apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni massime di interasse dei punti luce e che minimizzino costi e interventi di manutenzione nell'illuminazione pubblica e privata per esterni. In particolare per i nuovi impianti di illuminazione stradale è fatto obbligo di utilizzare apparecchi con rendimento superiore al sessanta per cento, intendendosi per rendimento il rapporto fra il flusso luminoso che fuoriesce dall'apparecchio e quello emesso dalla sorgente interna allo stesso. Gli impianti di illuminazione stradale devono altresì garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7; sono consentite soluzioni alternative solo in presenza di ostacoli, fisici o arborei, o in quanto funzionali alla certificata e documentata migliore efficienza generale dell'impianto; soluzioni con apparecchi lungo entrambi i lati della strada sono consentite nei casi in cui le luminanze di progetto debbano essere superiori a 1.5cd/m² o per carreggiate con larghezza superiore ai 9 metri;
- b) massimizzazione della frazione del flusso luminoso emesso dall'impianto, in ragione dell'effettiva incidenza sulla superficie da illuminare (utilanza). La progettazione degli impianti di illuminazione esterna notturna dev'essere tale da contenere al massimo la luce intrusiva all'interno delle abitazioni e di ogni ambiente adiacente l'impianto.

A tale classificazione, sempre secondo la norma UNI 11248 corrisponde una specifica categoria illuminotecnica di riferimento, come si evince dalla tabella di seguito riportata:

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità (Km/h)	Categoria illuminotecnica di riferimento
A1	Autostrade extraurbane	130-150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A2	Strade di servizio alle autostrade	70-90	ME3a
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extrarbane principali	110	ME3a
	Strade di servizio alle strade extrarbane principali	70-90	ME4a
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 ¹⁾)	70-90	ME3a
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70-90	ME3a
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c
	Strade urbane di quartiere	50	
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ¹⁾)	70-90	ME3a
	Strade locali extraurbane	50	ME4b
		30	S3
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2 ¹⁾)	50	ME4b
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3
	Strade locali interzonali	50	
		30	
	Piste ciclabili ²⁾	non dich.	S3
	Strade a destinazione particolare ³⁾	30	

Tabella 1: classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento secondo la UNI 11248

1. Secondo il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 n. 6792
2. Decreto del Ministero dei Lavori Pubblici 30 novembre 1999 n. 557
3. Secondo l'art. 3.5 del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 n. 6792

Note: a) Nel caso di indicazione multipla nella Tabella 1, la categoria illuminotecnica viene scelta, tra quelle indicate, valutando l'aderenza della situazione stradale alle condizioni di applicabilità descritte nella UNI EN 13201-3.

Se in prossimità di incroci in zone rurali o in strade locali extraurbane sono previsti apparecchi di illuminazione, singoli o in numero molto limitato con funzione di segnalazione visiva, limitatamente per questa zona non si richiede alcuna prescrizione per i livelli di illuminazione (categoria illuminotecnica S7) e si richiede la categoria illuminotecnica G3 per la limitazione dell'abbagliamento, valutata nelle condizioni di installazione degli apparecchi di illuminazione.

In relazione alla Categoria illuminotecnica di riferimento precedentemente descritta, la norma UNI EN 132001-2 definisce i limiti di Luminanza media del manto stradale (L), di uniformità generale della luminanza (U_o), di uniformità longitudinale della luminanza (U_l), di incremento di sogli (TI) e del rapporto di congruità (SR). Tali valori devono essere calcolati e misurati in conformità alla EN 13201-3 e alla EN 13201-4.

Nella tabella che segue si riportano i valori di riferimento di tali requisiti relativamente alle categorie illuminotecniche serie ME, valide anche per il progetto in discussione.

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di congruità
	L in cd/m^2 (min. mantenuta)	U_o (minima)	U_l (minima)	TI in % ^{a)} (massimo)	SR ^{2b)} (minima)
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,35	0,35	0,4	15	0,5
a) Un aumento del 5% del TI può essere ammesso quando si utilizzano sorgenti luminose a bassa luminanza					
b) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata					

Tabella delle Categorie Illuminotecniche serie ME

Le categorie ME di cui alla tabella sopra riportata, si applicano alle strade di scorrimento con velocità medio/alte (> 30 km/h), ad eccezione delle “zone di conflitto” (rotatorie, incroci, scincoli, ecc).

Per le strade urbane (≤ 30 km/h), le strade pedonali, le aree di parcheggio, le piste ciclabili, ed in generale le “zone di conflitto” è consentito utilizzare categorie CE ed S , che sono definite dagli indici riportati nelle tabelle che seguono.

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E in lx (minimo mantenuto)	Uo (minima)
CE0	50	0,4
CE1	30	0,4
CE2	20	0,4
CE3	15	0,4
CE4	10	0,4
CE5	7,5	0,4
E: illuminamento medio;		
Uo: rapporto tra illuminamento minimo e medio		

Tabella delle Categorie Illuminotecniche serie CE

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	E in lx ^{a)} (minimo mantenuto)	E _{min} in lx (mantenuto)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7,5	1,5
S4	5	1
S5	3	0,6
S6	2	0,6
S7	n.d.	n.d.
a): Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non può essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo E indicato per la categoria;		
E: illuminamento medio;		
E _{min} : illuminamento minimo		

Tabella delle Categorie Illuminotecniche serie S

La procedura utilizzata dalla norma UNI 11248 per definire le varie categorie illuminotecniche di progetto si basa sulla “valutazione del rischio” definita dai seguenti parametri di influenza:

- flusso del traffico: massimo;
- complessità del compito visivo: normale;
- zone di conflitto (svincoli, passaggi pedonali, ecc.): assenti;
- indice di resa dei colori: compreso tra 30 e 60;
- indice di rischio di aggressione: normale;
- indice del livello luminoso dell'ambiente circostante le piste ciclabili: ambiente urbano;
- pendenza media delle piste ciclabili: $\leq 2\%$;
- pedoni nelle piste ciclabili: non ammessi.

Variazioni dei valori assunti per i parametri di influenza, prevedono la variazione in “+” o in “-” della categoria illuminotecnica secondo la tabella di seguito riportata:

Parametro di influenza		Variazione della categoria
Complessità del compito visivo normale (per strade tipo A1)		-1
Complessità del compito visivo elevata (per le altre strade)		+1
Flusso del traffico < 50% rispetto al massimo previsto dal DM 6792/01 in base al tipo di strada		-1
Flusso del traffico < 25% rispetto al massimo previsto dal DM 6792/01 in base al tipo di strada		-2
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali		-1
Colore della luce	Con indice di resa colore $\geq$ a 60 si può ridurre la categoria illuminotecnica	-1
	Con indice di resa colore < a 30 si deve incrementare la categoria illuminotecnica	+1
Pericolo di aggressione superiore al “normale”		+1
Presenza di vincoli e/o intersezioni a raso		+1
Prossimità di passaggi pedonali		+1
Prossimità di dispositivi rallentatori		+1

10. DISTANZE DI RISPETTO DEI CAVI INTERRATI

I cavi interrati in prossimità di altri cavi o di tubazioni metalliche di servizi (gas, telecomunicazione, ecc.) o di strutture metalliche particolari, come cisterne per depositi di carburante, devono osservare prescrizioni particolari e distanze minime di rispetto.

Per gli attraversamenti di ferrovie, tranvie, filovie, strade statali o provinciali si rinvia alla norma CEI 11-17.

10.1. DISTANZA DAI CAVI DI TELECOMUNICAZIONE

Nell'incrocio tra cavi di energia e di telecomunicazione direttamente interrati, la distanza deve essere di almeno 0,3 m; il cavo posto superiormente deve essere protetto per la lunghezza di 1 m. La protezione deve essere realizzata con cassetta, oppure in tubo, preferibilmente in acciaio zincato o inossidabile, di spessore almeno 2 mm.

Ove per giustificati motivi tecnici non sia possibile rispettare la distanza minima di 0,3 m la protezione deve essere applicata anche al cavo posto inferiormente, fig. 2.6.

Se uno dei due cavi è posto entro tubazione ed è possibile sostituire il cavo senza effettuare scavi (cavo sfilabile), non è necessario rispettare le prescrizioni di cui sopra.

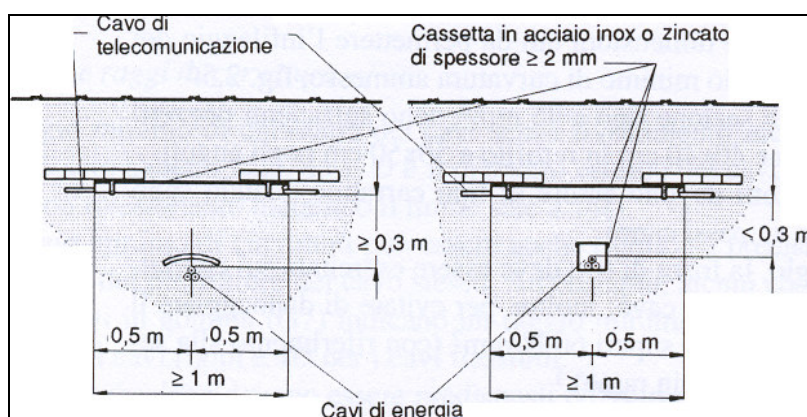


Fig. 2.6 - Incrocio tra cavi energia e cavi di telecomunicazione

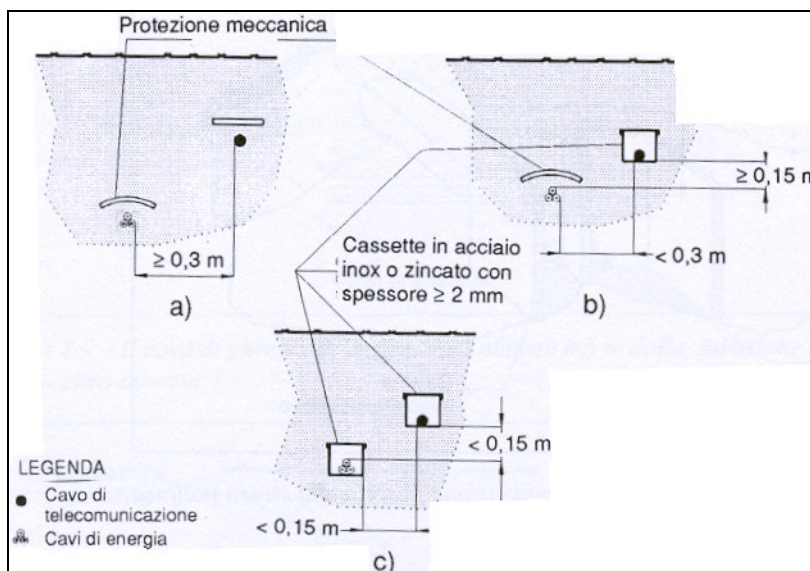


Fig. 2.7- Parallelismi tra cavi di energia e cavi di telecomunicazione direttamente interrati:

- la distanza minima in pianta fra cavi di energia e cavi di telecomunicazione deve essere almeno 0,3 m;
- se la distanza è inferiore a 0,3 m, ma la differenza di quota è superiore a 0,15 m, occorre proteggere il cavo superiore con una cassetta metallica;

- se la differenza di quota è inferiore a 0,15 m la protezione va estesa ad entrambi i cavi.

Nei parallelismi tra cavi di energia e di telecomunicazione, la distanza in pianta deve essere almeno 0,3 m. Quando non è possibile rispettare questa distanza, occorre installare una protezione supplementare (tubo o cassetta metallici) sul cavo a quota superiore; se la distanza è inferiore a 0,15 m, la protezione va installata su entrambi i cavi, fig. 2.7.

Cavi di energia e di telecomunicazione possono essere posati in fori separati della medesima polifora, ma devono far capo a pozzetti indipendenti o ad uno stesso pozzetto provvisto di setti separatori, fig. 2.8.

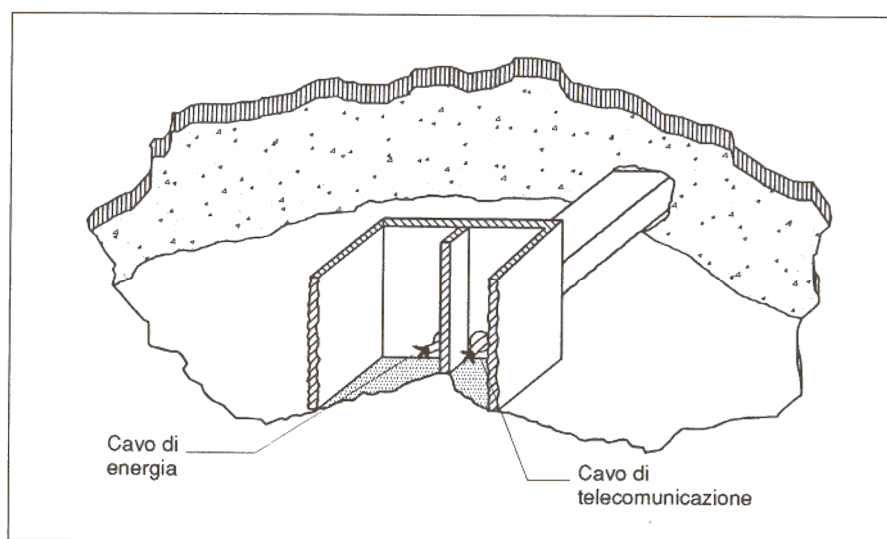


Fig. 2.8 - -Cavi di energia e di telecomunicazione posati nella stessa poli/ora facenti capo a un unico pozzetto con setto separatore.

10.1.1. Distanza dalle tubazioni metalliche diverse dai gasdotti

Un cavo di energia direttamente interrato, che incrocia una tubazione metallica, deve essere posto ad una distanza di almeno 0,5 m dalla tubazione stessa, fig. 2.9.

Tale distanza può essere ridotta a 0,3 m se il cavo, o il tubo metallico, è contenuto in un manufatto di protezione non metallico, oppure se nell'incrocio viene interposto un elemento separatore anch'esso non metallico, ad esempio una lastra di calcestruzzo o di materiale rigido isolante, fig. 2.10 e la protezione deve estendersi per almeno 30 cm oltre la zona di sovrapposizione (incrocio).

Le eventuali connessioni sui cavi direttamente interrati devono distare almeno 1 m dal punto d'incrocio con la tubazione metallica, fig. 2.11, a meno che non siano attuate le misure di protezione suindicate.

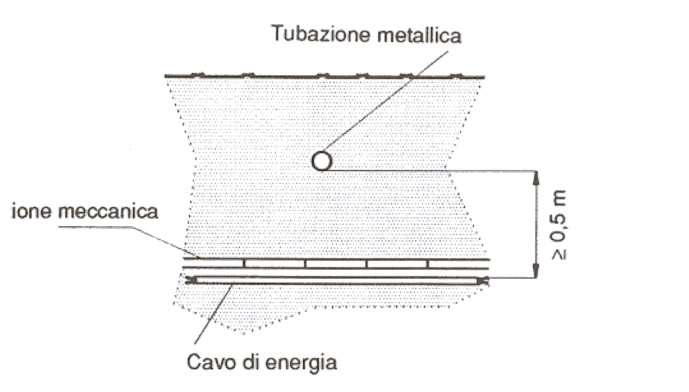


FIGURA 2.9 -Il cavo di energia deve essere ad almeno 0,5 m dalla tubazione metallica di altro servizio e la protezione deve estendersi per almeno 30 cm oltre la zona di sovrapposizione (incrocio)

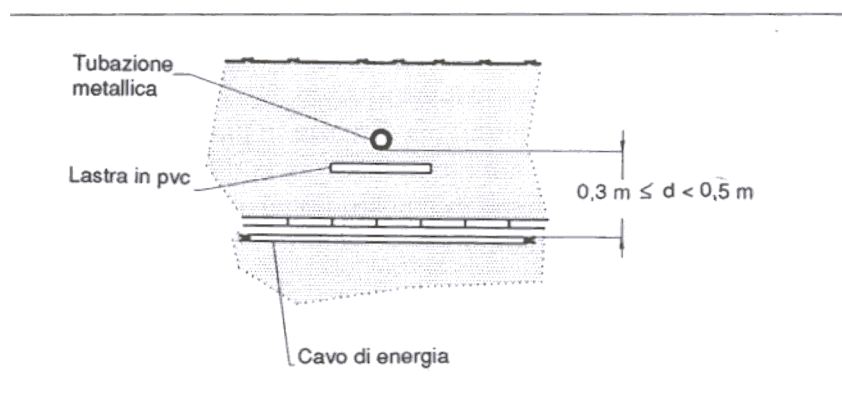


Fig. 2.10- Se il cavo di energia dista dalla tubazione metallica meno di 0,5 m, occorre un elemento separatore non metallico.

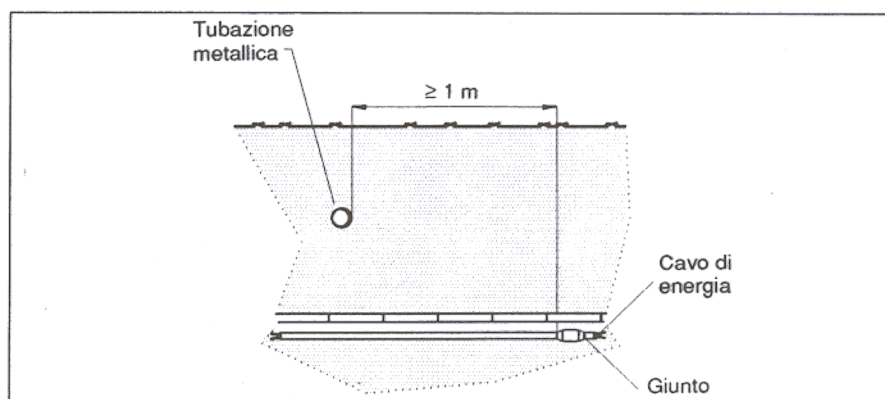


Fig. 2.11- Le connessioni sui cavi devono distare in pianta almeno 1 m dal punto di incrocio con tubazione metallica

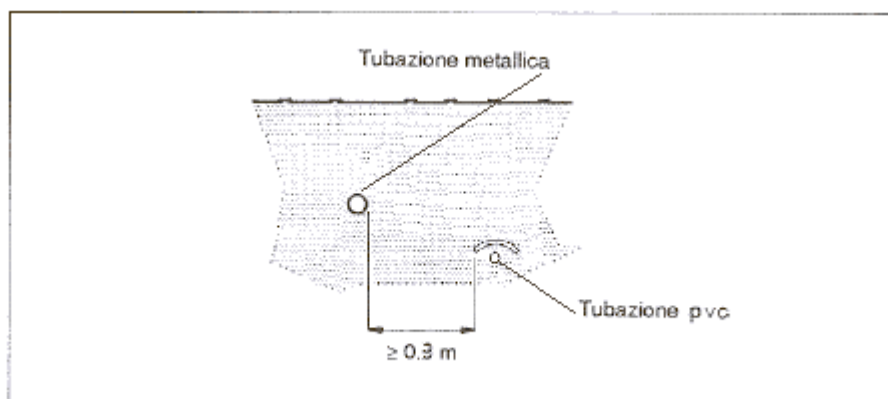


Fig. 2.12- Nei parallelismi, la distanza in pianta tra cavi e tubazioni metalliche, o tra eventuali manufatti di protezione deve essere almeno 0,3 m

Nei parallelismi, la distanza in pianta tra cavi e tubazioni metalliche, o tra eventuali manufatti di protezione, deve essere almeno 0,3 m fig. 2.12.

Previo accordo fra gli esercenti le condutture, la distanza in pianta tra cavi e tubazioni metalliche può essere minore di 0,3 m se la differenza di quota è superiore a 0,5 m o se viene interposto fra cavo e tubazione un elemento separatore non metallico.

10.1.2. Distanza dai serbatoi di fluidi infiammabili

I cavi di energia direttamente interrati devono distare almeno 1 m dalle superfici esterne di serbatoi interrati contenenti liquidi o gas infiammabili, fig. 2.13.

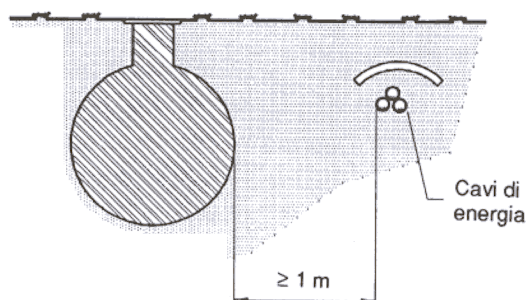


FIGURA 2.13 - I cavi di energia direttamente interrati devono distare almeno 1 m dalla superficie esterna di serbatoi interrati contenenti liquidi o gas infiammabili.

10.1.3. Distanza dai gasdotti

Quando i cavi sono direttamente interrati, le distanze di rispetto dalle condotte del gas sono le stesse prescritte per le tubazioni metalliche riportate in precedenza.

Se i cavi sono posati entro tubo o condotto le distanze di sicurezza dai gasdotti sono stabilite dal DM 24/11/1984 "Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8.

Le condotte di gas naturale (densità $\approx 0,8$) sono suddivise in 7 specie, secondo la pressione massima di esercizio, tabella 2.A.

SPACIE DELLA CONDOTTA	PRESSIONE MASSIMA DI ESERCIZIO (bar)
1 ^a	$24 < P$
2 ^a	$12 < p \leq 24$
3 ^a	$5 < p \leq 12$
4 ^a	$1,5 < p \leq 5$
5 ^a	$0,5 < p \leq 1,5$
6 ^a	$0,04 < p \leq 0,54$
7 ^a	$p \leq 0,04$

Tab. 2.A - Specie della condotta di gas in relazione alla pressione (p) massima di esercizio

Nei centri abitati le condotte del gas sono generalmente a pressione inferiore a 5 bar e sono quindi di 4a, 5a, 6a, 7a specie.

La specie della condotta del gas non è riconoscibile a vista, occorre pertanto chiedere informazioni alla società che gestisce l'impianto. Negli incroci, la distanza delle condutture elettriche dalle condotte di gas di 4a e 5a specie, superiori o inferiori, deve essere almeno 0,5 m, fig.2.14.

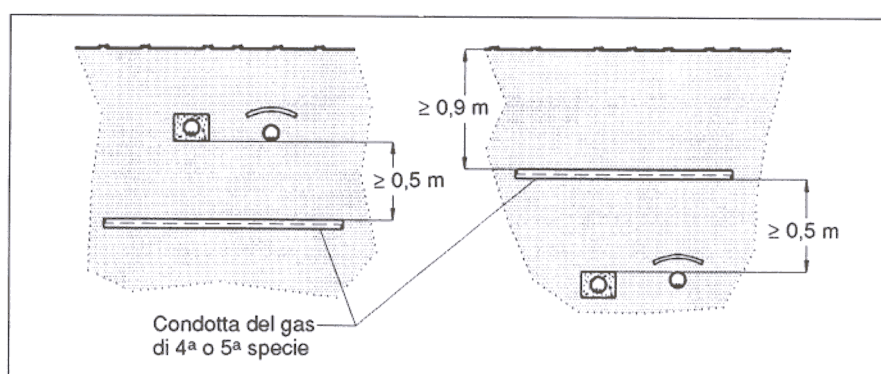


Fig. 2.14 - Negli incroci le condutture elettriche devono distare almeno 0,5 m dalle condotte del gas, superiori o inferiori

Se non è possibile rispettare la distanza di 0,5 m, negli incroci devono essere interposti, fra condotta del gas e condutture elettriche, elementi separatori non metallici, come ad esempio lastre di calcestruzzo, di pvc, prolungati da una parte e dall'altra dell'incrocio per almeno 1 m nei sovrappassi e 3 m nei sottopassi. La

riduzione della distanza deve comunque essere concordata con il proprietario o concessionario della condotta di gas. Le distanze di rispetto negli incroci verso le condotte di 6a e 7a specie deve essere tali da consentire interventi di manutenzione su entrambe. Nei parallelismi si consiglia di posare le condutture elettriche alla maggior distanza possibile dalla condotta del gas. La distanza tra le condotte di gas di 4a e 5a specie e la conduttura elettrica deve essere almeno 0,5 m, fig. 2.15.

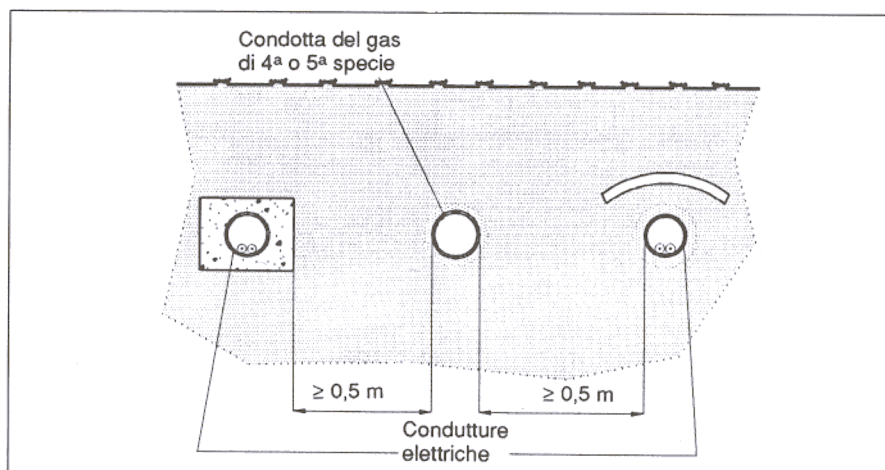


Fig. 2.15- Parallelismo fra condotte del gas di 4a e 5a specie e condutture elettriche.

Nel caso non sia possibile rispettare tale distanza minima, possono essere concordate riduzioni con i proprietari, o concessionari del servizio, ma devono comunque essere interposti diaframmi di separazione continui in materiale non metallico.

Non sono prescritte distanze di rispetto fra condotte di 6a e 7a specie e condutture elettriche, ma la distanza deve essere tale da permettere interventi di manutenzione, come negli incroci.

11. CARATTERISTICHE INSTALLAZIONI

11.1. SCATOLE DI DERIVAZIONE

Le scatole di derivazione per posa ad incasso o a vista saranno autoestinguenti e dotate di coperchio infrangibile fissato saldamente a mezzo di viti, che dovranno essere trattate contro la ruggine. È buona norma che i cavi e le giunzioni, posti all'interno delle cassette non occupino più del 50% del volume interno della cassetta stessa.

Il grado minimo di protezione delle scatole è pari a IPXXB, per ambienti normali, salvo prescrizioni diverse di progetto. Le cassette di derivazione devono essere installate in modo da risultare sempre facilmente accessibili ed ispezionabili. Le scatole portafrutto dovranno essere complete di supporti e telaio in materiale isolante, completate da apposita placca isolante o in alluminio, le eventuali scatole di derivazione metalliche devono essere sempre collegate francamente a terra.

Le connessioni (giunzioni o derivazioni) vanno eseguite con appositi morsetti, senza ridurre la sezione dei conduttori e senza lasciare parti conduttrici scoperte. Le connessioni sono vietate entro i tubi; sono invece ammesse nei canali e nelle passerelle, purché le parti in tensione (attive) siano inaccessibili al dito di prova (grado di protezione almeno IPXXB); inoltre le giunzioni devono unire cavi delle stesse caratteristiche e dello stesso colore.

Si raccomanda di non eseguire giunzioni entro le scatole (portafrutto).

11.2. TUBAZIONI, CANALI E PASSERELLE

11.2.1. Tubazioni

Generalità

I sistemi di distribuzione dei cavi mediante tubi offrono un'ampia gamma e varietà di soluzioni, con una molteplicità di applicazioni, sia a vista che incassate, realizzate in materiali isolanti, metallici o composti, con la possibilità di coprire estensivamente soluzioni differenziate ed esigenze meccaniche, elettriche e ambientali diverse.

La caratteristica discriminante, a livello normativo, è il comportamento del prodotto alla piegatura o ad una specifica situazione installativa nel caso di tubazioni da interrare. Si avranno quindi sistemi di tubi rigidi, pieghevoli o flessibile, per posa a vista, sottotraccia od interrata.

I tubi protettivi in materiale isolante, pieghevoli, flessibili o rigidi, possono essere di tipo leggero o di tipo pesante.

I tubi di tipo leggero possono essere utilizzati sottotraccia, a parete o a soffitto. I tubi di tipo pesante devono essere utilizzati per la posa a vista fino a 2,5 m di altezza e per la posa sottopavimento.

I tubi metallici si utilizzano quando è necessario proteggere le condutture da violenti urti.

In ogni caso per le tubazioni rigide si deve impiegare la relativa raccorderia di collegamento al fine di mantenere il grado di protezione, prescritto per i luoghi in cui vengono posate.

La tubazione deve essere scelta di diametro idoneo, tale calcolo dovrà essere fatto tenendo conto di un fattore di stipamento pari a 0.6, esso è dato dal rapporto tra la sezione circoscritta che comprende tutti i cavi, o conduttori, e la sezione interna della tubazione medesima. In ogni caso il diametro esterno delle medesime non deve essere inferiore a 16 mm.

Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale.

Le curve devono essere eseguite con raccordi o con piegamenti a 90°, in modo tale che non sia danneggiata la tubazione e non sia pregiudicata la sfilabilità dei cavi.

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

I tubi protettivi dei conduttori elettrici collocati in cunicoli, che ospitano altre canalizzazioni devono essere disposti in modo da non essere soggetti ad influenze dannose in relazioni a sovrariscaldamenti, sgocciolamenti, formazione di condensa, ecc.

Le tubazioni metalliche possono essere utilizzate sia per la posa di conduttori ad isolamento singolo che doppio. Nel caso di condutture non di classe II, la tubazione metallica andrà però collegata a terra.

Sistemi di tubazioni

I sistemi di tubi rigidi sono particolarmente adatti all'installazione in vista, senza che siano necessari lavori di tipo edilizio per l'esecuzione degli impianti.

I tubi pieghevoli sono tubi che possono essere piegati a mano con una forza limitata e che nel corso della loro utilizzazione non devono subire continue piegature; sono normalmente in materiale isolante e sono corrugati longitudinalmente; sono particolarmente adatti per la posa sottopavimento o per essere inseriti in apposite scanalature ricavate nei muri, ma vanno ugualmente bene per la posa in controsoffittature o in pannelli; sono leggeri e pieghevoli ma allo stesso tempo resistenti agli schiacciamenti ed agli urti, alla pari dei tubi rigidi, che sono però di peso e di costo più elevato.

I tubi pieghevoli si possono posare in lunghe tratte senza giunzioni, le quali comporterebbero il rischio di ingresso di corpi solidi o di liquidi che possono pregiudicare il successivo infilaggio dei cavi. Al fine di agevolare tale operazione, possono essere utilizzati anche tubi con tirafilo inserito.

I tubi flessibili possono essere facilmente piegati a mano e sono destinati ad essere frequentemente piegati durante l'impiego; sono normalmente adoperati sulle macchine utensili per alimentare parti mobili, ma spesso vengono impiegati per connettere tubi rigidi fissati alle pareti a particolari apparecchi (caldaie, quadri elettrici, etc.) o per superare particolari ostacoli nelle installazioni fisse.

In questa particolare applicazione non sono ammessi tubi con caratteristiche di resistenza allo schiacciamento inferiori a 320 N. (Classificazione 2)

I tubi flessibili possono essere metallici, isolanti o costituiti da una combinazione dei due materiali. Anche gli accessori che compongono il sistema possono essere realizzati in materiale metallico o isolante.

I sistemi di tubi interrati sono generalmente destinati alla posa per installazioni elettriche o per telecomunicazioni. Sono di due tipologie diverse: cavidotti rigidi in barre rettilinee, normalmente dotati di un bicchiere ad una estremità e cavidotti corrugati, talvolta costituiti da una doppia parete. Per effetto della loro flessibilità e lunghezza, i cavidotti corrugati si prestano a coprire lunghe tratte, semplificando la posa perché seguono le asperità del terreno. La Norma distingue i tubi da interrare in relazione alla resistenza alla compressione in :tubi tipo 250; tubi tipo 450; tubi tipo 750.

Questi numeri indicano la forza minima in Newton con cui i tubi vengono provati (il tubo non deve subire uno schiacciamento superiore al 5% del diametro). Secondo la Norma i tubi tipo 450 e tipo 750 possono essere interrati anche a meno di 50 cm senza precauzioni aggiuntive (lastra o tegolo), mentre i tubi tipo 250 devono essere installati con precauzioni aggiuntive come definito nelle relative regole nazionali.

Per ogni tipologia si possono utilizzare accessori “ad innesto rapido” che semplificano l'accoppiamento con le tubazioni, garantendo nel contempo maggiore sicurezza e la possibilità di realizzare impianti con elevato grado di protezione (IP).

Codici di classificazione

Per l'identificazione dei prodotti, sono stati introdotti dei codici numerici di classificazione che identificano perfettamente le caratteristiche dei vari prodotti.

Il codice consta di 12 cifre, ognuna relativa ad una caratteristica specifica. Tali cifre vanno indicate nella sequenza prevista dalla tabella A della norma (di seguito riportata, affinché la corrispondenza fra il codice e la grandezza a cui esso si riferisce, sia univoca. Si indica con X una grandezza non precisata.

1ª cifra:	resistenza allo schiacciamento.
2ª cifra:	resistenza all'urto.
3ª cifra:	temperatura minima di utilizzo
4ª cifra:	temperatura massima di utilizzo
5ª cifra:	resistenza alla piegatura
6ª cifra:	proprietà elettriche
7ª cifra:	grado IP – resistenza alla penetrazione di corpi solidi.
8ª cifra:	grado IP – resistenza alla penetrazione dell'acqua.
9ª cifra:	resistenza alla corrosione.
10ª cifra:	resistenza alla trazione.
11ª cifra:	resistenza alla propagazione della fiamma.
12ª cifra:	resistenza al carico sospeso.

Tabella A – Sequenza obbligatoria dei codici di classificazione.

Nel caso in cui il produttore voglia utilizzare tale codifica per identificare il prodotto, deve essere apposte almeno le prime 4 cifre, che identificano rispettivamente la resistenza allo schiacciamento, la resistenza all'urto, la temperatura minima e la temperatura massima di utilizzo in regime permanente.

11.2.2. Canali

Generalità

Nei canali la sezione occupata dai cavi di energia tenuto conto del volume occupato dalle connessioni non deve superare il 50 % della sezione utile del canale stesso; tale prescrizione non si applica ai cavi di segnalazione e comando.

Si ricorda, in proposito, che per canale si intende un involucro chiuso da coperchio, che assicura la protezione meccanica dei cavi e che ne permette la posa senza tiro.

I canali devono essere conformi alle norme CEI 23 – 31 (metallici) o 23 – 32 (isolanti), le quali richiedono l'assenza di asperità e spigoli vivi e un grado di protezione almeno IP2X.

Nei canali, isolanti o metallici, è ammessa la posa di cavi unipolari senza guaina.

Si consiglia comunque di abbondare nella scelta delle dimensioni del canale per tener conto di eventuali ampliamenti futuri.

I canali possono essere in materiale isolante o metallico. Se si utilizzano canali metallici tutti i cavi del medesimo circuito devono essere installati nello stesso tubo o canale, per evitare riscaldamento dovuti a correnti indotte.

Se uno stesso canale è utilizzato per circuiti a tensioni diverse, ad esempio cavi di segnale e di energia, deve essere munito di setti separatori; in alternativa, si può posare all'interno del canale un altro canale di dimensioni ridotte o un tubo protettivo; o infine si possono utilizzare cavi di segnale isolati per la tensione nominale richiesta per i cavi di energia.

Il canale metallico, se idoneo allo scopo, può svolgere la funzione di conduttore di protezione

In genere è sempre preferibile eseguire le connessioni in apposite cassette esterne ai canali. La connessione può essere una giunzione o una derivazione. La norma ammette però la loro realizzazione anche all'interno di canali e passerelle, ma in questo caso è necessario rispettare le seguenti regole:

- le connessioni devono essere nel minor numero possibile;
- le parti attive non devono essere accessibili al dito di prova (IPXXB) in modo che chi accede al canale non corra il pericolo di folgorazione;
- se il canale o la passerella sono installati in un luogo dove è richiesto un grado di protezione maggiore, ad esempio IP44, tale grado di protezione è richiesto anche per la connessione;
- le giunzioni effettuate all'interno del canale devono unire cavi aventi le medesime caratteristiche (tipo e sezione dei conduttori) e del medesimo colore;
- le connessioni contribuiscono al riempimento di canali e passerelle, che in ogni caso non deve superare il 50% dello spazio disponibile.

Messa a terra dei canali metallici

Un canale metallico è costituito da tanti pezzi montati sul posto i quali costituiscono altrettante masse; infatti nei canali possono essere posati conduttori unipolari senza guaina (cordine) oltre ai cavi con isolamento equivalente alla classe II. I vari pezzi del canale possono essere collegati a terra uno alla volta, ma questo è ovviamente poco pratico. È preferibile garantire la continuità elettrica dei vari pezzi del canale, dopo di che è sufficiente collegare a terra il canale in un punto, o meglio all'inizio e alla fine.

La continuità elettrica tra i vari pezzi del canale deve essere garantita dal costruttore del canale stesso in conformità con la norma CEI 23-31. L'installatore deve peraltro seguire le istruzioni di montaggio fornite dal costruttore. Le viti per i dispositivi di connessione, destinati ad assicurare la continuità elettrica tra i vari elementi, devono essere protette contro l'allentamento (rondelle elastiche, viti con la testa flangiata e zigrinata). Le viti non devono essere di tipo automaschiante, cioè ad asportazione di materiale. È

sconsigliabile sopperire alle mancanze del costruttore, che non garantisce la continuità elettrica, con una serie di ponticelli tra i vari elementi del canale (rimedio che può essere accettato nell'adeguamento di vecchi impianti, ma che non trova giustificazione nei nuovi impianti).

Per poter utilizzare la struttura metallica del canale quale conduttore di protezione, occorre chiedere garanzia del costruttore in merito alla continuità elettrica ed alla tenuta al cortocircuito.

11.3. CAVI E CONDUTTORI

Tutti i cavi dovranno essere delle primarie Marche e di tipo "non propagante l'incendio", ad anima flessibile, adatti per il tipo di posa richiesto. Tutti i conduttori ed i cavi in partenza dal quadro elettrico e nelle cassette di derivazione devono essere facilmente identificabili. L'entrata dei cavi nei quadri elettrici deve essere eseguita in modo tale da non pregiudicare il grado di protezione degli stessi, se necessario bisogna adoperare appositi pressacavi. I cavi devono essere scelti in funzione del tipo di posa.

11.3.1. Tipi di cavi

In linea di principio, i cavi utilizzati nei sistemi di prima categoria devono essere adatti a tensione nominale verso terra e tensione nominale (U_0/U) non inferiori a 450/750V, simbolo di designazione 07. Quelli utilizzati nei circuiti di segnalazione e comando devono essere adatti a tensioni nominali non inferiori a 300/500V, simbolo di designazione 05. Questi ultimi, se posati nello stesso tubo, condotto o canale con cavi previsti con tensioni nominali superiori, devono essere adatti alla tensione nominale maggiore; la scelta per i circuiti di energia può essere fatta fra i seguenti tipi di cavi (conduttori in rame).

Posa all'interno e all'esterno (non interrata):

- H07V-K cavo unipolare senza guaina, isolato in PVC (non propagante la fiamma);
- N07V-K cavo unipolare senza guaina, isolato in PVC (non propagante l'incendio);
- FROR 450/750 V cavo multipolare con isolamento a guaina in PVC (non propagante l'incendio).
-
- Posa all'interno e all'esterno (anche interrata):
- FG7OR 0,6/1 kV cavo multipolare, isolato in gomma di qualità G7, con guaina in PVC (non propagante incendio);
- FG7R 0,6/1 kV cavo unipolare, isolato in gomma di qualità G7, con guaina in PVC (non propagante l'incendio);
- N1VV-K cavo unipolare o multipolare con isolamento e guaina in PVC (non propagante l'incendio).

La scelta dei cavi per i circuiti di comando e segnalazione può essere fatta, oltre che fra quelli su indicati, idonei per i circuiti di energia, tra i seguenti tipi di cavi (conduttori in rame):

- H05V-K cavo unipolare in PVC;
- H05RN-F cavo multipolare flessibile isolato in gomma, con guaina in policloroprene;

- FROR 300/500V cavo multipolare isolato in PVC e con guaina in PVC.

11.3.2. Colori distintivi

I conduttori impiegati nell'esecuzione degli impianti devono essere contraddistinti dalle colorazioni previste dalle vigenti tabelle di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712.

In particolare, si deve utilizzare il bicolore giallo/verde per i conduttori di protezione ed equipotenziali, il colore blu chiaro per il conduttore di neutro.

In assenza del conduttore di neutro, l'anima di colore blu chiaro dei cavi multipolari può essere utilizzata come conduttore di fase.

La norma non richiede colori particolari per i conduttori di fase.

Per gli eventuali circuiti SELV (bassissima tensione di sicurezza), è bene utilizzare cavi di colore diverso dagli altri circuiti.

11.3.3. Scelta della sezione del cavo e protezione contro il sovraccarico

La corrente che fluisce in condizioni ordinarie in un circuito è denominata corrente di impiego I_B .

Una volta nota la corrente d'impiego I_B del circuito, scelto il tipo di cavo e le condizioni di posa, si deve scegliere la sezione del cavo in modo che la sua portata I_Z sia almeno uguale alla corrente d'impiego I_B del circuito ($I_Z > I_B$).

Nello scegliere la sezione del cavo è opportuno scegliere anche la corrente nominale I_n dell'interruttore di protezione contro il sovraccarico, perché deve essere soddisfatta la nota relazione:

$$I_B < I_n < I_Z$$

Qualora si dovesse utilizzare fusibili di tipo generale gG, oltre a soddisfare la condizione $I_B \leq I_n$, la corrente nominale I_n del fusibile deve soddisfare la relazione $I_n \leq 0,9 I_Z$, per tenere conto delle caratteristiche di intervento dei fusibili, diverse da quella degli interruttori automatici.

La sezione del cavo va commisurata anche alla lunghezza del circuito in modo che la caduta di tensione fra il punto di consegna dell'energia (contatore) e un qualsiasi punto dell'impianto non superi il 4% della tensione nominale di alimentazione.

In genere, si assegna una caduta di tensione dell'1% all'eventuale colonna montante e il rimanente 3% all'impianto di distribuzione dal quadro principale alle prese o agli apparecchi utilizzatori.

Le sezioni dei conduttori calcolate in funzione della potenza impegnata e dalla lunghezza dei circuiti devono essere scelte tra quelle unificate. In ogni caso non devono essere superati i valori delle portate di corrente ammesse, per i diversi tipi di conduttori, dalle tabelle di unificazione CEI-UNEL.

Indipendentemente dai valori ricavati con le precedenti indicazioni, le sezioni minime ammesse sono:

- 0,75 mm² per circuiti di segnalazione e telecomando;

- 1,5 mm² per illuminazione di base, derivazione per prese a spina per altri apparecchi di illuminazione e per apparecchi con potenza unitaria o uguale a 1,0 kW;
- 2,5 mm² per derivazione con o senza prese a spina per utilizzatori con potenza nominale superiore a 2.0 kW;

11.3.4. Protezione contro il cortocircuito

Un interruttore automatico idoneo per la protezione contro il sovraccarico di un cavo è generalmente idoneo anche per la protezione contro il cortocircuito, se ha un potere di interruzione, o un potere di cortocircuito, almeno pari alla corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione.

Tuttavia, quando la corrente di cortocircuito presunta nel punto di installazione è superiore a 10 kA, per garantire la protezione contro le sollecitazioni termiche del cavo per un cortocircuito all'inizio della linea, è necessario adottare cavi di sezione almeno 2,5 mm².

Per maggiore sicurezza e per evitare il calcolo della lunghezza massima del circuito protetto è consigliabile proteggere tutti i circuiti contro il sovraccarico, anche quando non è strettamente necessario, come ad esempio per il circuito luce.

Un fusibile scelto per la protezione contro il sovraccarico è anche adatto contro il cortocircuito, purché abbia il potere d'interruzione almeno uguale alla corrente di cortocircuito presunta nel punto d'installazione; tale condizione è facilmente soddisfatta, perché i fusibili hanno un elevato potere d'interruzione.

11.3.5. Sezione e protezione del conduttore di neutro

Il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione dei conduttori di fase: nei circuiti monofase, qualunque sia la sezione dei conduttori, nei circuiti trifasi quando la sezione è inferiore o uguale a 16 mm².

Nei circuiti trifasi con conduttori di fase (in rame) di sezione superiore a 16 mm² il conduttore di neutro può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase, con un minimo di 16 mm², purché i carichi siano sostanzialmente equilibrati.

Se i carichi alimentati producono correnti armoniche significative il conduttore di neutro deve avere la stessa sezione di quella di fase, anche se i carichi sono equilibrati.

Nei circuiti fase-neutro l'interruttore automatico può avere un solo polo protetto contro le sovracorrenti, ma in tal caso deve essere inserito sul conduttore di fase. Ciò vale anche per i circuiti fase-fase purché siano protetti anche da un interruttore differenziale.

Nei sistemi trifasi, quando il conduttore di neutro è di sezione uguale a quella delle fasi, oppure quando ha sezione inferiore a quella delle fasi ma il carico è sostanzialmente equilibrato, il polo di neutro dell'interruttore quadripolare può non essere protetto.

Il carico è sostanzialmente equilibrato quando la somma delle potenze assorbite dagli apparecchi utilizzatori monofase (illuminazione, prese a spina, ecc.) è molto inferiore rispetto alla potenza totale, cioè la corrente che percorre il conduttore di neutro nelle condizioni di massimo squilibrio è minore della sua portata. Se occasionalmente la corrente di squilibrio può superare la portata del conduttore di neutro e questo è di sezione inferiore a quella delle fasi, occorre un interruttore quadripolare con lo sganciatore sul neutro di corrente inferiore a quella delle fasi; in alternativa, si deve utilizzare per il conduttore di neutro la stessa sezione dei conduttori di fase.

11.3.6. Sezione dei conduttori di terra e protezione

La sezione dei conduttori di terra e di protezione non deve essere inferiore a quella indicata nella tabella seguente, tratta dalle norme CEI 64-8:

Sezione del conduttore di fase che alimenta la macchina e l'apparecchio	Conduttore di protezione facente parte dello stesso cavo e infilato nello stesso tubo del conduttore di fase	Conduttore di protezione non facente parte dello stesso cavo e non infilato nello stesso tubo del conduttore di fase
minore o uguale a 16 mm ²	sezione del conduttore di fase	2.5 mm ² se protetto meccanicamente, 4 mm ² se non protetto meccanicamente
maggiore di 16 mm ² e minore o uguale a 35 mm ²	16 mm ²	16 mm ²
maggiore di 35 mm ²	metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme	Metà della sezione del conduttore di fase; nei cavi multipolari, la sezione specificata dalle rispettive norme

11.4. PUNTI LUCE

E' possibile la realizzazione di diverse tipologie di punti luce, di tipo incassato per impianti sottotraccia e di tipo a vista.

Il tipo sottotraccia viene realizzato nelle zone classificabili come impianti elettrici di tipo civile e prevede la posa di tubazioni in PVC pesante I.M.Q. da incasso, serie leggera o pesante, rispettivamente se a soffitto o a pavimento, di diametro minimo 16 mm., atta a contenere conduttori flessibili N07V-K. Detti conduttori, nella loro parte terminale lato utenza, devono essere dotati di morsetti isolanti di derivazione al fine di garantire una protezione contro i contatti.

Il tipo a vista viene realizzato con tubazioni rigide in PVC pesante I.M.Q., completi di raccorderia necessaria per mantenere il grado di protezione richiesto come indicato sullo schema elettrico planimetrico, i conduttori saranno di tipo come sopra esposto.

Per l'esterno i punti luce devono essere eseguiti con cavo a doppio isolamento, o sistema similare, di sezione come descritto nello schema elettrico dei quadri da cui sono derivati.

11.5. IMPIANTO CUCINA

Nella zona della cucina e/o preparazione, verrà realizzato un impianto di tipo stagno con grado di protezione degli involucri non inferiore a IP44 con le caratteristiche stabilite dalla Norma CEI 70-01 - Gradi di protezione degli involucri. Tale impianto potrà essere realizzato in esecuzione a vista, utilizzando tubazioni in PVC normalizzate IMQ, autoestinguenti, di tipo rigido pesante per posa a vista a parete e a pavimento.

Negli zone adibite a lavorazioni in cui si prospettano pericoli derivanti dalla movimentazione di macchine operatrici particolari o altri elementi che possono causare danni ai cavidotti si devono installare tubazioni in metallo in acciaio zincato a caldo tipo Conduit con pareti interne lisce. In ogni caso per le tubazioni rigide si deve impiegare la relativa raccorderia di collegamento al fine di mantenere il grado di protezione, prescritto per i luoghi in cui vengono posate. L'impianto potrà altresì essere realizzato in esecuzione sottotraccia, utilizzando tubazioni in PVC normalizzate IMQ, autoestinguenti, di tipo flessibile pesante per posa incassata a parete o a pavimento;

In ogni caso la tubazione deve essere scelta di diametro idoneo, tale calcolo dovrà essere fatto tenendo conto di un fattore di stipamento pari a 0.6, esso è dato dal rapporto tra la sezione circoscritta che comprende tutti i cavi, o conduttori, e la sezione interna della tubazione medesima. In ogni caso il diametro esterno delle medesime non deve essere inferiore a 16 mm. Le eventuali tubazioni metalliche impiegate per i cavidotti ed i collegamenti d'utenza devono essere collegate equipotenzialmente al conduttore di protezione di terra. Il tracciato dei tubi protettivi deve consentire un andamento rettilineo orizzontale (con minima pendenza per favorire lo scarico di eventuale condensa) o verticale. Le curve devono essere eseguite con raccordi o con piegamenti a 90°, in modo tale che non sia danneggiata la tubazione e non sia pregiudicata la sfilabilità dei cavi. Ad ogni brusca deviazione del percorso, resa necessaria dalla struttura muraria dei locali, ad ogni derivazione da linea principale e/o secondaria e in ogni locale servito, la tubazione deve essere interrotta da apposite cassette di derivazione. In entrambe le tipologie di realizzazione dell'impianto di distribuzione (a vista o sottotraccia), comunque, tutti gli apparecchi di comando, i quadri di distribuzione, le prese a spina di tipo sia industriale che civile, e quant'altro servisse a rendere operativa la zona cucina, dovrà mantenere un grado di protezione dell'involucro almeno IP44.

11.6. IMPIANTI ELETTRICI IN LUOGHI A MAGGIOR RISCHIO IN CASO D'INCENDIO (MARCI)

Gli ambienti a maggior rischio in caso di incendio possono essere tali per motivi diversi e più precisamente:

- per l'elevata densità di affollamento o per l'elevato tempo di sfollamento in caso d'incendio, o per l'elevato danno ad animali e cose (ad esempio: scuole, ospedali, musei, metropolitane, ecc.);
- per avere strutture portanti di materiale combustibile;
- per la presenza di materiale infiammabile o combustibile in deposito o lavorazione, quando la classe del compartimento antincendio è superiore o uguale a 30.

In ogni caso i componenti elettrici devono essere limitati a quelli necessari per l'uso degli ambienti, escluso le condutture di altri circuiti che possono anche transitare.

I cavi unipolari dei circuiti in corrente alternata, devono essere disposti l'uno vicino all'altro in modo da evitare pericolosi riscaldamento per effetto induttivo di eventuali parti metalliche adiacenti.

I dispositivi di protezione contro i sovraccarichi devono essere posti all'inizio dei circuiti.

I componenti dell'impianto, gli apparecchi di illuminazione (ad esclusione delle lampade) ed i motori (per le custodie delle mosettiere e dei collettori) devono avere grado di protezione almeno IP4X.

Le condutture realizzate in tubo isolante in strutture non combustibili o comunque tali da non causare l'innescio e/o la propagazione di incendi.

Le prese a spina devono avere grado di protezione almeno IP4X (non è necessario l'interblocco).

Tali prescrizioni si applicano generalmente a tutto l'ambiente considerato; tuttavia, nei casi in cui il volume del combustibile sia ben definito, prevedibile e controllato, il grado di protezione IP4X è richiesto soltanto entro la distanza di 1,5 m in pianta, 3 m sopra e 1,5 m sotto il materiale combustibile

12. CARATTERISTICHE DELLE PROTEZIONI

12.1. CONTRO I CONTATTI DIRETTI

12.1.1. Protezione totale

Le misure di protezione totali consistono nell'isolamento delle parti attive e nell'uso di involucri o barriere. Le parti attive devono essere ricoperte completamente da uno strato di isolante avente spessore adeguato alla tensione nominale verso terra del sistema elettrico ed essere resistenti agli sforzi meccanici, elettrici, termici e alle alterazioni chimiche cui può essere sottoposto durante il funzionamento.

Vernici, lacche, smalti e prodotti simili non sono considerati idonei a garantire una adeguata protezione contro i contatti diretti.

L'involucro garantisce la protezione dai contatti diretti quando esistono parti attive (ad es. morsetti elettrici) che devono essere accessibili e quindi non possono essere completamente isolate.

La barriera è un elemento che impedisce il contatto diretto nella direzione normale di accesso.

Questi sistemi di protezione assicurano un certo grado di protezione contro la penetrazione di solidi e di liquidi. Le barriere e gli involucri devono essere saldamente fissati, rimovibili solo con attrezzi, apribili da personale addestrato oppure solo se l'accesso alle parti attive è possibile dopo avere aperto il dispositivo di sezionamento con interblocco meccanico o elettrico. In ogni caso il personale addestrato deve di regola sezionare il circuito prima di operare su parti attive o nelle loro vicinanze.

L'interruttore differenziale con corrente nominale d'intervento non superiore a 30mA è riconosciuto come protezione addizionale (non è riconosciuto come unico mezzo di protezione) contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utenti.

12.1.2. Gradi di protezione

Per identificare il grado di protezione, convenzionalmente in sede IEC si è adottato un codice composto dalle lettere IP seguite da due cifre ed eventualmente da una terza lettera addizionale (tab. A e B) la prima cifra indica il grado di protezione contro i corpi estranei e contro i contatti diretti, la seconda contro la penetrazione di liquidi mentre la lettera addizionale (deve essere usata solo se la protezione contro l'accesso è superiore a quella definita con la prima cifra caratteristica) ha lo scopo di designare il livello di inaccessibilità dell'involucro alle dita o alla mano, oppure ad oggetti impugnati da una persona. Deve essere assicurato almeno il grado di protezione IPXXB (si possono avere aperture più grandi per permettere la sostituzione di parti, come ad esempio alcuni porta lampade e fusibili, purché in accordo con le relative norme) e il grado di protezione IPXXD per le superfici orizzontali delle barriere o degli involucri che sono a portata di mano (a portata di mano sono da intendere le parti conduttrici poste nel volume che si estende attorno al piano di calpestio, normalmente occupato o percorso da persone, delimitato dalla superficie che una persona può raggiungere con la mano estendendo completamente il braccio senza l'uso di mezzi ausiliari). Nelle successive tabelle 8 e 9 sono riassunti i gradi di protezione contro i corpi estranei e contro i liquidi stabiliti dalle Norme.

<i>Grado di protezione</i>	<i>Prova di validazione della protezione</i>
1	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 50mm e contro l'accesso a parti pericolose col dorso della mano. Una sfera di Ø 50 mm non deve poter passare attraverso l'involucro e/o entrare in contatto con parti attive o in movimento.
2	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 12 mm e contro l'accesso a parti pericolose con un dito. Il cosiddetto dito di prova non deve entrare in contatto con parti attive o in movimento. Inoltre una sfera di Ø 12 mm non deve poter passare attraverso l'involucro.
3	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 2,5 mm e contro l'accesso a parti pericolose con un attrezzo (ad es. cacciavite). Un filo di Ø 2.5 mm non deve poter passare attraverso l'involucro.
4	Protetto contro corpi solidi di dimensioni superiori a 1,0 mm. Un filo di Ø 1,0 mm non deve poter passare attraverso l'involucro.
5	Con l'apparecchiatura in una camera a polvere di talco in sospensione, si deve verificare che la quantità di polvere che entra nell'apparecchiatura stessa non superi un certo quantitativo.
6	Con l'apparecchiatura in una camera a polvere di talco in sospensione, si deve verificare che la quantità di polvere che entra nell'apparecchiatura stessa sia nulla.

Tab. 8 - Grado di protezione contro corpi estranei

<i>Grado di protezione</i>	<i>Prova di validazione della protezione</i>
1	L'apparecchiatura deve essere protetta contro la caduta di gocce in verticale.
2	L'apparecchiatura deve essere protetta contro la caduta di gocce con una angolazione massima di 15 gradi.
3	L'apparecchiatura deve essere protetta contro la pioggia.
4	L'apparecchiatura deve essere protetta contro gli spruzzi.
5	L'apparecchiatura deve essere protetta contro i getti d'acqua.
6	L'apparecchiatura deve essere protetta contro le ondate.
7	L'apparecchiatura deve essere protetta contro l'immersione.
8	L'apparecchiatura deve essere protetta contro l'immersione a tempo indefinito e a profondità specificata.

Tab. 9 - Grado di protezione contro i liquidi

12.1.3. Protezione parziale

Le misure di protezione parziale si ottengono mediante ostacoli e mediante allontanamento. Hanno il compito di proteggere dai contatti accidentali e di realizzare l'allontanamento di parti a tensione diversa simultaneamente accessibili (Le norme CEI 64/8 considerano parti simultaneamente accessibili quelle che si trovano a distanza inferiore a 2,5 m sia in verticale che in orizzontale e che quindi non possono convenzionalmente essere toccate contemporaneamente da una persona) ma non hanno efficacia verso i contatti intenzionali. Sono destinate solo alla protezione di personale addestrato e vengono applicate nelle officine elettriche. Non devono poter essere rimosse accidentalmente, ma la rimozione intenzionale deve poter avvenire senza chiave o attrezzo.

12.2. CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

12.2.1. Classificazione dei componenti e degli apparecchi elettrici

In relazione a sistema di protezione adottato contro i contatti indiretti, i componenti elettrici si suddividono in:

Componente elettrico di classe 0

Componente elettrico dotato di isolamento principale e non provvisto di alcun dispositivo per il collegamento delle masse a un conduttore di protezione; nel caso di guasto di isolamento principale, la protezione rimane affidata alle caratteristiche dell'ambiente in cui è posto il componente elettrico;

Componente elettrico di classe I

Componente elettrico dotato di isolamento principale e provvisto di un dispositivo per il collegamento delle masse a un conduttore di protezione;

Componente elettrico di classe II

Componente elettrico dotato di doppio isolamento o di isolamento rinforzato e non provvisto di alcun dispositivo per il collegamento a un conduttore di protezione;

Nota Sono ammessi morsetti per conduttori di protezione passanti.

Componente elettrico di classe III

Componente elettrico ad isolamento ridotto perché destinato ad essere alimentato esclusivamente da un sistema a bassissima tensione di sicurezza, e nel quale non si generano tensioni di valore superiore a quello di tale sistema.

Nota: I criteri di classificazione dei componenti elettrici secondo il loro modo di protezione contro i contatti indiretti sono specificati nelle rispettive Norme.

In relazione al loro grado di mobilità, gli apparecchi si classificano in:

Apparecchio fisso

Apparecchio ancorato o fissato ad un supporto o comunque fissato, anche in altro modo, in un posto preciso, oppure apparecchio che non può essere facilmente spostato;

Apparecchio trasportabile

Apparecchio che, pur potendo essere spostato con facilità, non viene normalmente spostato durante il suo funzionamento ordinario;

Apparecchio mobile

Apparecchio trasportabile che deve essere spostato manualmente da chi lo utilizza mentre è collegato al circuito di alimentazione;

Apparecchio portatile

Apparecchio mobile destinato ad essere sorretto dalla mano di chi lo utilizza durante il suo impiego normale, nel quale il motore, se esiste, è parte integrante;

12.2.2. Sistemi TN

Uno dei vantaggi dei sistemi TN sta nell'utilizzare le protezioni di massima corrente contro i contatti indiretti, ma solo ipotizzando un guasto franco a terra perché altrimenti sarebbe impossibile garantire la protezione dai contatti indiretti. La casistica disponibile ha comunque dimostrato che il rischio è accettabile in quanto un guasto non franco a terra è poco frequente anche perché tende ad evolvere rapidamente in un guasto franco. Risulta quindi chiaro che i collegamenti equipotenziali sono molto più importanti per la sicurezza nei sistemi TN che non nei sistemi TT.

Ogni rischio viene tuttavia eliminato utilizzando gli interruttori differenziali rinunciando però al vantaggio di usare gli interruttori magnetotermici.

Per attuare la protezione con dispositivi di massima corrente o differenziali in un sistema TN è richiesto che sia soddisfatta in qualsiasi punto del circuito la seguente condizione:

$$I_a \leq U_0 / Z_s$$

dove :

U_0 tensione nominale in valore efficace tra fase e neutro in volt dell'impianto relativamente al lato in bassa tensione

Z_s Impedenza totale in ohm dell'anello di guasto che comprende il trasformatore il conduttore di fase e quello di protezione tra il punto di guasto e il trasformatore

I_a Corrente in ampere che provoca l'intervento del dispositivo di protezione entro il tempo indicato in tabella 10.

Se si impiega un dispositivo differenziale, I_a è la corrente I_{Dn} differenziale nominale, se invece si utilizza lo stesso dispositivo impiegato per la protezione contro le sovracorrenti si può usare, per la verifica della relazione, la corrente di intervento della protezione magnetica I_m che fa intervenire la protezione in tempi inferiori a quelli prescritti dalla norma.

$U_0 (V)$	Tempo di interruzione (s)	
	Ambienti normali	Ambienti particolari
120	0,8	0,4
230	0,4	0,2
400	0,2	0,06
>400	0,1	0,02

Tab. 10 - Tempi di intervento delle protezioni

Per un guasto franco a terra le norme CEI richiedono l'intervento dei dispositivi di protezione entro un tempo tanto più piccolo quanto maggiore è la tensione di fase; ad esempio dalla tabella 7.3 per $U_0 = 230V$ (nuovo valore unificato a livello europeo) il tempo d'interruzione non deve superare 0,4 s con l'eccezione dei circuiti di distribuzione e dei circuiti terminali che alimentano apparecchi fissi per i quali è ammesso un tempo d'intervento non superiore ai 5s purché sia soddisfatta una delle seguenti condizioni enunciate dall'art. 413.3.5 delle Norme CEI 64-8:

- l'impedenza del conduttore di protezione che collega il quadro di distribuzione al punto nel quale il conduttore di protezione è connesso al collegamento equipotenziale principale (generalmente il collettore di terra) non deve essere superiore a $ZPE = Z_s \times 50 / U_0$ per limitare a 50V l'eventuale tensione a cui si troverebbe sottoposto un operatore per un tempo pari a 5 secondi;
- esiste un collegamento equipotenziale supplementare che collega localmente al quadro di distribuzione gli stessi tipi di masse estranee indicati per il collegamento equipotenziale principale che soddisfa le prescrizioni riguardanti il collegamento equipotenziale principale di cui al Capitolo 54 delle Norme CEI 64-8.

Tutte le preoccupazioni di cui sopra vengono meno utilizzando gli interruttori differenziali perché sono dispositivi in grado di aprire il circuito in centesimi di secondo (con le elevate correnti di guasto, tipiche dei

sistemi TN, in 30-40ms). Non va dimenticato però che il vantaggio dei sistemi TN è quello di utilizzare i dispositivi di massima corrente per la protezione dai contatti indiretti: ricorrere agli interruttori differenziali vuol dire rinunciare a questo vantaggio. Bisogna infine ricordare che questi dispositivi possono essere utilizzati solo nei sistemi TN-S in quanto nei sistemi TN-C l'uso combinato del conduttore di neutro e di protezione ne impedirebbe il funzionamento in caso di guasto a terra.

12.3. CONTRO I SOVRACCARICHI E I CORTOCIRCUITI

La norma CEI 64-8 dà le indicazioni e le prescrizioni tecniche per operare affinché i conduttori siano protetti contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti. La protezione contro i sovraccarichi può essere prevista:

1. all'inizio della condotta;
2. alla fine della condotta;
3. in un punto qualsiasi della condotta.

Per le condizioni 2 e 3 si deve accertare che non vi siano né derivazioni, né prese a spina poste a monte della protezione e che la condotta risulti protetta contro i cortocircuiti. Per la protezione contro i sovraccarichi deve essere verificata la seguente condizione:

$$I_f \leq 1,45 \times I_z$$

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

dove:

- I_f corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione;
- I_b corrente di impiego del circuito elettrico;
- I_z portata massima a regime permanente delle condutture;
- I_n corrente nominale del dispositivo di protezione.

La protezione contro i cortocircuiti deve essere sempre prevista all'inizio della condotta, inoltre deve essere verificata la seguente condizione tecnica:

$$i_2t \leq k^2 \times S^2$$

dove:

- i_2t integrale di joule lasciata passare dal dispositivo di protezione per tutta la durata del cortocircuito;
- K coefficiente che varia con il mutare della tipologia del cavo, es.: 115 per conduttori in rame isolati PVC, 135 per cavi in rame isolati in gomma naturale o butilica e 146 per cavi in rame isolati con gomma etilpropilenica e con polietilene reticolato.
- S sezione nominale del conduttore in mm².

Qualora il dispositivo di protezione contro i sovraccarichi sia posto all'inizio della condotta ed abbia un potere di interruzione non inferiore al valore della corrente di corto circuito presunta nel punto di

installazione, si considera che esso assicuri anche la protezione contro il corto circuito della conduttura situata a valle di quel punto.

Questa considerazione non è valida per alcuni tipi di interruttori che non limitano la corrente, per l'intera gamma delle correnti di corto circuito, in questo caso la validità deve essere verificata conformemente alle prescrizioni dell'articolo 434.3 della Norma CEI 64/8, in particolare tutte le correnti provocate da un corto circuito devono essere interrotte in un tempo non superiore a quello che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile.

13. PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER I LOCALI DA BAGNO

13.1. GENERALITÀ

In funzione della pericolosità, nei locali bagno e doccia (Norma 64-8 sez. 701) si possono individuare quattro zone che influenzano i criteri di scelta e di installazione dei componenti e degli utilizzatori;

- ZONA 0

E' il volume della vasca o del piatto doccia: non sono ammessi apparecchi elettrici, come scaldacqua ad immersione, illuminazioni sommerse o simili.

- ZONA 1

E' il volume al di sopra della vasca da bagno o del piatto doccia fino all'altezza di 2,25 m dal piano di calpestio.

- ZONA 2

E' il volume che circonda la vasca da bagno o del piatto doccia, largo 60 cm e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento.

- ZONA 3

E' il volume al di fuori della zona 2, della larghezza di 2,40 m, e quindi 3 m oltre la vasca o la doccia, e fino all'altezza di 2,25 m dal pavimento.

Le zone sono delimitate dai muri perimetrali e dalle aperture se munite di serramenti come porte o finestre. Per i locali contenenti bagni ad uso medico, possono essere necessarie prescrizioni speciali.

La zona 1 si estende anche al di sotto della vasca da bagno, ma tali limiti possono essere modificati mediante pareti isolanti di tipo fisso.

Se manca il piatto doccia la zona 0 non esiste. La zona 1 è delimitata dalla superficie, avente raggio 0,60 m e centro al centro del soffione, che si estende dal pavimento fino ad un'altezza di 2,25 m a formare un solido cilindrico.

Se il fondo della doccia o della vasca si trovano ad un'altezza superiore a 0,15 m dal pavimento il limite superiore della zona 1 si estende dal fondo fino ad un'altezza di 2,25 m. La presenza di barriere o diaframmi

isolanti può variare i limiti indicati. Questo può essere particolarmente utile per l'installazione di apparecchi utilizzatori ammessi solo nella zona 3.

13.2. COLLEGAMENTI EQUIPOTENZIALI

Per evitare tensioni pericolose provenienti dall'esterno del locale da bagno è richiesto un conduttore equipotenziale che colleghi fra di loro tutte le masse estranee delle zone 1-2-3 con il conduttore di protezione. Tutte le masse estranee devono essere collegate al nodo di terra mediante un conduttore equipotenziale con sezione non inferiore a 2,5 mm² se con protezione meccanica (tubo protettivo) o non inferiore a 4 mm² se non è prevista protezione meccanica.

Devono essere collegate a terra le condutture metalliche dell'acqua calda e fredda, del gas, degli scarichi, dei caloriferi. I collegamenti possono essere effettuati all'ingresso delle tubazioni nel bagno e non è necessario che siano accessibili.

Tutti i collegamenti vanno eseguiti con collari di materiale tale da evitare fenomeni corrosivi. Le giunzioni devono essere realizzate conformemente a quanto prescritto dalle norme CEI 64-8; in particolare devono essere protette contro eventuali allentamenti o corrosioni. Devono essere impiegate fascette che stringono il metallo vivo. Il collegamento non va eseguito su tubazioni di scarico in PVC o in grès. Il collegamento equipotenziale deve raggiungere il più vicino conduttore di protezione, ad esempio nella scatola dove è installata la presa a spina protetta dell'interruttore differenziale ad alta sensibilità.

13.3. CRITERI D'INSTALLAZIONE DELL'IMPIANTO ELETTRICO IN RELAZIONE ALLA ZONA

L'installazione di componenti elettrici nei bagni-doccia è limitata allo stretto necessario per ridurre nelle zone più pericolose il rischio di elettrocuzione. Per questo motivo nella zona 0 è vietata l'installazione di qualsiasi componente elettrico, anche se a bassissima tensione di sicurezza, mentre nelle altre zone si seguono i seguenti criteri:

Protezione contro i contatti diretti

Zona 1 Vietati i sistemi di protezione ottenuti mediante distanziamento, ostacoli, collegamenti equipotenziali non collegati a terra

Zona 2 Vietati i sistemi di protezione ottenuti mediante distanziamento, ostacoli, collegamenti equipotenziali non collegati a terra

Zona 3 Vietati i sistemi di protezione ottenuti mediante distanziamento, ostacoli, collegamenti equipotenziali non collegati a terra

Condutture incassate ad una profondità di almeno 15 cm

Zona 1 Ammesse

Zona 2 Ammesse

Zona 3 Ammesse

Condutture in vista o incassate a meno di 15 cm

Zona 1 Ammesse se presentano un isolamento di classe II e sono limitate al tratto necessario ad alimentare gli apparecchi utilizzatori che possono essere installati in quella zona

Zona 2 Ammesse se presentano un isolamento di classe II e sono limitate al tratto necessario ad alimentare gli apparecchi utilizzatori che possono essere installati in quella zona

Zona 3 Ammesse

Cassette di derivazione

Zona 1 Non ammesse se impiegate per la connessione dei conduttori, ammesse se utilizzate per facilitare la connessione agli apparecchi utilizzatori installati in questa zona

Zona 2 Non ammesse se impiegate per la connessione dei conduttori, ammesse se utilizzate per facilitare la connessione agli apparecchi utilizzatori installati in questa zona

Zona 3 Ammesse

Dispositivi di comando, protezione, sezionamento

Zona 1 Vietati gli apparecchi e le prese a spina ad esclusione di:

- interruttori di circuiti SELV alimentati con una tensione non superiore a 12 V c.a. o non superiori a 30 V c.c. con sorgenti di alimentazione situate fuori dalle zone 2 e 1
- tiranti isolanti purché si utilizzino apparecchi conformi a specifiche normative tecniche

Zona 2 Vietati gli apparecchi e le prese a spina ad esclusione di:

- interruttori di circuiti SELV alimentati con una tensione non superiore a 12 V c.a. o non superiori a 30 V c.c. con sorgenti di alimentazione situate fuori dalle zone 2 e 1.
- tiranti isolanti purché si utilizzino apparecchi conformi a specifiche normative tecniche
- prese a spina alimentate da trasformatore di isolamento a bassa potenza incorporato nella spina stessa
- interruttori incorporati negli apparecchi utilizzatori ammessi per installazione in zona 2

Zona 3 Sono ammessi tutti i componenti purché la protezione contro i contatti indiretti sia ottenuta per mezzo di:

- protezione di ogni singolo componente mediante separazione elettrica
- alimentazione tramite circuiti SELV
- protezione mediante interruttore differenziale con I_{dn} non superiore a 30 mA

Apparecchi utilizzatori

Zona 1 apparecchi alimentati tramite circuiti SELV;

scaldacqua;

vasche da bagno per idromassaggi conformi alle relative norme purché sia previsto un collegamento equipotenziale che colleghi le masse estranee con il conduttore di protezione dell'apparecchiatura e la parte sottostante la vasca sia accessibile solo mediante l'uso di attrezzo;

elementi riscaldanti annegati nel pavimento se coperti da una griglia metallica collegata a terra e connessa al collegamento equipotenziale supplementare del locale.

Zona 2 Apparecchi alimentati tramite circuiti SELV

Saldacqua;

apparecchi di illuminazione, vasche da bagno per idromassaggi, apparecchi di riscaldamento di classe I se protetti mediante interruttore differenziale con I_{dn} non superiore a 30 mA;

elementi riscaldanti annegati nel pavimento se coperti da una griglia metallica collegata a terra e connessa al collegamento equipotenziale supplementare del locale.

Zona 3 non è prevista nessuna limitazione purché gli apparecchi utilizzatori collocati nella zona 3 che sono alimentati tramite presa a spina non possano entrare nelle zone 0, 1 e 2. Gli utilizzatori devono essere protetti mediante interruttore differenziale (è sufficiente anche quello del centralino d'appartamento) con I_{dn} non superiore a 30 mA.

13.4. GRADO DI PROTEZIONE

Zona 1 IPX4 (non inferiore a IPX5 nei bagni pubblici o di comunità quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia)

Zona 2 IPX4 (non inferiore a IPX5 nei bagni pubblici o di comunità quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia)

Zona 3 IPX1 (non inferiore a IPX5 nei bagni pubblici o di comunità quando è previsto l'uso di getti d'acqua per la pulizia)

13.5. CONDUTTURE

Le condutture incassate nelle zone 1,2,3 ad una profondità superiore a 5 cm non sono sottoposte ad alcuna limitazione. Se sono installate in vista o incassate ad una profondità inferiore a 5 cm devono essere di classe II (cavi unipolari in tubo protettivo isolante oppure cavi multipolari con guaina non metallica. Nelle zone 1 e 2 le condutture devono essere limitate ai tratti necessari per l'allacciamento degli apparecchi utilizzatori consentiti in tali zone. Non sono ammesse condutture in tubo metallico ed è vietata l'installazione di cassette di derivazione ad esclusione di quelle utilizzate per la connessione degli apparecchi ammessi nella zona.

13.6. SCALDACQUA

Adottando particolari accorgimenti installativi è possibile collocare lo scaldacqua nella zona 1. Per facilitare l'allacciamento dell'utilizzatore le norme ammettono la presenza in tale zona di cassette di derivazione purché nelle stesse non siano effettuati collegamenti tra conduttori delle condutture ma le sole connessioni

degli apparecchi ammessi in tali zone. L'alimentazione dell'utilizzatore, con l'avvertenza di ripristinare il grado di protezione originario, deve essere effettuata con condutture di classe II realizzabili mediante conduttori unipolari entro tubi protettivi isolanti o cavi multipolari dotati di guaina non metallica. Il tratto di conduttura necessario per l'alimentazione dell'apparecchio deve essere limitato allo stretto indispensabile. Per semplificare le operazioni di collegamento si potrebbe impiegare un cavo, transitante senza interruzioni in una cassetta di derivazione posta la più vicina possibile al punto di collegamento dell'utilizzatore, infilato in tubo flessibile in PVC sotto traccia con la sola abbondanza utile per connettersi alla morsettiera dell'utilizzatore. Eventuali interruttori di sezionamento e protezione dell'apparecchio devono essere installati fuori dalle zone 1 e 2.

13.7. PULSANTE A TIRANTE

Il pulsante a tirante può essere alimentato direttamente alla tensione di rete 230 V (può essere comunque raccomandabile che tali dispositivi siano alimentati tramite circuiti SELV) se l'apparecchio è installato fuori dalla zona 1 ad una altezza superiore a 2,25 m. Il tirante però non deve essere metallico ma costituito da una corda di materiale isolante.

13.8. APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Gli apparecchi di illuminazione possono essere installati in zona 2 purchè sia garantito un grado di protezione minimo IPX4. La conduttura deve essere di classe II ottenibile anche tramite conduttori unipolari in tubo protettivo isolante. La connessione deve essere realizzata in modo che sia garantito il grado di protezione minimo richiesto.

13.9. DISPOSITIVI DI PROTEZIONE E COMANDO

Nella zona 1 e 2 è vietato installare qualsiasi dispositivo di comando, sezionamento o protezione. Fanno eccezione gli interruttori dei circuiti SELV con tensione non superiore a 12 V c.a. e 30 V c.c. ma il trasformatore di sicurezza di tali circuiti deve essere collocato all'esterno delle zone 1 e 2. Nelle zone 2 fanno eccezione gli interruttori di comando incorporati negli apparecchi utilizzatori ammessi nella zona 2 e le prese a spina alimentate da trasformatori di isolamento a bassa potenza incorporati nelle stesse prese a spina (complesso trasformatore-presa per rasoi). Nella zona 3 sono ammesse le prese a spina e i dispositivi comando, protezione, sezionamento se sono protetti mediante uno dei seguenti sistemi:

- sistema SELV;
- interruzione dell'alimentazione tramite interruttori differenziali con I_{dn} non superiore a 30 mA (per aumentare la sicurezza può essere impiegato un interruttore differenziale con I_{dn} non superiore a 10 mA);

- separazione elettrica ottenuta per mezzo di trasformatore per singolo dispositivo

14. LOCALI AD USO MEDICO

14.1. GENERALITÀ

Fra i locali considerati a maggior rischio elettrico, e quindi soggetti a specifiche prescrizioni (sezione 710 della norma CEI 64-8), rientrano i locali adibiti ad uso medico. Ci si riferisce con questi termini agli ospedali, alle cliniche ma anche, più in generale, a tutti quei luoghi in cui si praticano cure su persone o animali, compresi i locali in cui si effettuano trattamenti estetici, idro-terapeutici, massoterapici, ecc.. Gli impianti installati in questi locali, come richiesto dal DM 37/08 e dal DPR 447/91, devono, quando la potenza impegnata è superiore a 1,5 kW, essere sempre progettati da un tecnico abilitato e necessitano di alcuni accorgimenti specifici. Le ragioni che inducono a porre tanta cura a questi particolari ambienti risiedono nel fatto che i pazienti che frequentano questi locali sono solitamente in precarie condizioni fisiche, tali da rendere pericolose anche scariche elettriche di modesta entità (microshock), principalmente nei locali di chirurgia, anestesia e rianimazione. Non tutti gli ambienti medici però sono pericolosi allo stesso modo quindi si rende necessaria, in funzione del rischio elettrico presunto, un'attenta classificazione dei locali.

14.2. AMBULATORI DI GRUPPO 0

Sono classificati come ambulatori di gruppo 0 quegli ambienti in cui non sono impiegati apparecchi elettromedicali con parti applicate al paziente (ad esempio l'ambulatorio del medico di base dove la visita non comporta l'impiego di nessuna apparecchiatura elettrica applicata al paziente). Non esistono per gli impianti installati in questi ambienti particolari accorgimenti da adottare; si applicano le norme elettriche generali e non vige più l'obbligo di proteggere i circuiti mediante interruttore differenziale con I_{dn} non superiore a 30 mA o realizzare il collegamento equipotenziale principale. Come per gli ambulatori di gruppo 1 se si tratta di locali inseriti all'interno di strutture con destinazioni d'uso diverse da quelle di uso medico la struttura che ospita questi locali è soggetta all'obbligo di progetto.

14.3. CONSEGNA E MESSA IN FUNZIONE DELL'IMPIANTO

Prima della messa in funzione dell'impianto l'installatore deve procedere alle misure e alle verifiche atte a stabilirne la corrispondenza normativa. In particolare, dopo aver effettuato tutte le verifiche ordinarie (misura della resistenza dell'impianto di messa a terra, prova di continuità dei conduttori equipotenziali, prova degli interruttori differenziali ecc..). I risultati delle verifiche, se di esito positivo, andranno annotate (non è più necessario un registro) e controfirmate dal tecnico che ha eseguito le misure. Tali verifiche dovranno essere ripetute periodicamente, ad intervalli regolari, per accertare il mantenimento dei requisiti

tecnici iniziali. Gli interventi di manutenzione e le eventuali modifiche che l'impianto dovesse subire nel corso degli anni dovranno essere regolarmente documentate integrando eventualmente il progetto quando necessario.

TIPO DI VERIFICA	PERIODICITÀ
Prove funzionali dei dispositivi di controllo dell'isolamento	6 mesi
Prova di intervento alla corrente nominale dei dispositivi differenziali	1 anno
Esame a vista e prova di continuità dei collegamenti equipotenziali e impianto di terra	3 anni
Verifica funzionale delle apparecchiature per l'alimentazione di sicurezza con motori a combustione	Prova a vuoto: 1 mese Prova a carico per 30 min: 4 mesi
Verifica funzionale delle apparecchiature per l'alimentazione di sicurezza a batteria	6 mesi
Controllo della taratura dei dispositivi di protezione regolabili	1 anno

Periodicità delle verifiche sugli impianti negli ambulatori di gruppo 1 e 0

15. IMPIANTI DI RIVELAZIONE INCENDI

15.1. PREMESSA

I sistemi fissi di rivelazione d'incendio hanno la funzione di rivelare automaticamente un principio d'incendio e segnalarlo nel minor tempo possibile.

I sistemi fissi di rivelazione manuale permettono invece una segnalazione nel caso l'incendio sia rivelato dall'uomo.

In entrambi i casi, il segnale d'allarme incendio è trasmesso e visualizzato in corrispondenza di una centrale di controllo e segnalazione ed eventualmente ritrasmesso ad una centrale di ricezione allarmi e intervento.

Un segnale di allarme acusticoe/o luminoso può essere necessario anche nell'ambiente interessato dall'incendio ed eventualmente in quelli circostanti per soddisfare gli obiettivi del sistema.

Scopo del sistema è di:

- Favorire un tempestivo esodo delle persone, degli animali nonché lo sgombero dei beni;
- Attivare i piani di intervento;
- Attivare i sistemi di protezione contro l'incendio ed eventuali altre misure di sicurezza.

La norma di riferimento per progettare e installare un tale impianto, è la UNI 9795 "Sistemi fissi automatici di rivelazione e di segnalazione allarme d'incendio. Progettazione, installazione ed esercizio"

Oltre alla norma UNI 9795, è bene ricordare anche la lunga serie delle norme UNI EN 54 "Sistemi di rivelazione e di segnalazione d'incendio", le quali pur essendo rivolte ai costruttori dei dispositivi che compongono la rivelazione incendi, contengono a volte alcune indicazioni importanti.

L'elenco delle norme sui sistemi di rivelazione è il seguente:

- Norma UNI EN 54-1 "Introduzione";

- Norma UNI EN 54-2 “Centrale di controllo e segnalazione”;
- Norma UNI EN 54-3 “Dispositivi sonori di allarme incendio”;
- Norma UNI EN 54-4 “Apparecchiatura di alimentazione”;
- Norma UNI EN 54-5 “Rivelatori di calore – Rivelatori puntiformi”;
- Norma UNI EN 54-7 “Rivelatori di fumo – Rivelatori puntiformi funzionanti secondo il principio della diffusione della luce, della trasmissione della luce o della ionizzazione”;
- Norma UNI EN 54-10 “Rivelatori di fiamma – Rivelatori puntiformi”
- Norma UNI EN 54-11 “Punti di allarme manuale”
- Norma UNI EN 54-12 “Rivelatori di fumo – Rivelatori lineari che utilizzano un raggio ottico luminoso”
- Norma UNI EN 54-20 “Rivelatori di fumo ad aspirazione “
- Norma UNI EN 54-25 “Componenti che utilizzano collegamenti radio”

15.2. STRUTTURA DI UN IMPIANTO DI RIVELAZIONE INCENDI

Un sistema fisso automatico è composto da una serie di dispositivi, tra i quali sono presenti:

- Rivelatore d’incendio: è il componente del sistema che contiene almeno un sensore che costantemente o ad intervalli frequenti sorveglia almeno un fenomeno fisico e/o chimico associato all’incendio e che fornisce almeno un corrispondente segnale alla centrale di controllo e segnalazione. La tipologia dei rivelatori è differenziata e sarà trattata più avanti in dettaglio. Se l’impianto è un sistema fisso di segnalazione manuale, i rivelatori automatici sono ovviamente assenti.
- Centrale di controllo e segnalazione: è il componente del sistema che, oltre a permettere l’alimentazione di altri componenti, svolge le seguenti funzioni:
 1. Riceve i segnali dai rivelatori ad essa collegati e determina se tali segnali corrispondono alla condizione di allarme incendio. Se esiste la condizione di allarme incendio, la indica con mezzi ottici e acustici. La centrale deve poi poter localizzare (per alcuni tipi di impianti) la zona di pericolo. È bene che la centrale di controllo abbia anche la possibilità di registrare tutte le informazioni in modo da poter ricostruire gli eventi in caso di incendio.
 2. Sorveglia il funzionamento corretto del sistema e segnala con mezzi ottici e acustici eventuali anomalie, quali corto circuiti, interruzioni, guasti nell’alimentazione.
 3. Deve poter inoltrare il segnale di allarme incendio ai dispositivi di allarme, alla stazione di ricevimento dell’allarme incendio e al sistema automatico antincendio.
- Dispositivo di allarme incendio: è il componente utilizzato per fornire un allarme incendio, per esempio sirene, segnali luminosi, campane, pannelli ottico-acustici, etc. Sono i dispositivi installati all’esterno della centrale di controllo e servono per allertare le persone in pericolo (anche la centrale deve comunque avere dei segnalatori di allarme).

- Punto di segnalazione manuale: è il componente utilizzato per l'inoltro manuale dell'allarme. L'azionamento del punto di segnalazione richiede la rottura o lo spostamento di un elemento frangibile, facente parte della superficie frontale. I punti di segnalazione manuale possono essere di tipo A ad azionamento diretto (l'allarme è automatico quando si rompe o si sposta l'elemento frangibile) o di tipo B ad azionamento indiretto (l'allarme richiede un azionamento manuale dopo aver rotto o spostato l'elemento frangibile).
- Dispositivo di trasmissione dell'allarme incendio: è l'apparecchiatura intermedia (ad esempio combinatore telefonico o modem) che trasmette il segnale di allarme dalla centrale di controllo e segnalazione ad una stazione di ricevimento dell'allarme stesso.
- Stazione di ricevimento dell'allarme incendio: è un centro (ad esempio il Comando dei Vigili del Fuoco) dal quale possono essere avviate in qualsiasi momento le necessarie misure di protezione o di lotta all'incendio.
- Dispositivo di trasmissione del segnale di guasto: è l'apparecchiatura intermedia che trasmette un segnale di guasto dalla centrale di controllo e segnalazione ad una stazione di ricevimento del segnale di guasto.
- Stazione di ricevimento del segnale di guasto: è la stazione dalla quale possono essere prese le necessarie misure correttive.
- Comando del sistema automatico antincendio: è il dispositivo automatico utilizzato per attivare il sistema automatico di lotta contro l'incendio, dopo il ricevimento di un segnale emesso dalla centrale di controllo e segnalazione.
- Sistema automatico antincendio: è costituito dall'apparecchiatura di lotta e protezione contro l'incendio (per esempio un impianto fisso di spegnimento, i fermi elettromagnetici delle porte e delle serrande tagliafuoco, attivare i sistemi di estrazione del fumo e del calore, disattivazione degli impianti tecnici, riportare gli ascensori a piano terra, azionare l'illuminazione di emergenza, etc.).
- Apparecchiatura di alimentazione: è il componente che fornisce la potenza di alimentazione per la centrale di controllo e segnalazione e per i componenti da essa alimentati. Vista l'importanza dell'argomento, ad essa sarà dedicata una sezione apposita.

15.3. TIPOLOGIE DEGLI IMPIANTI DI RIVELAZIONE INCENDI

In base alle necessità dell'ambiente da proteggere, possono essere progettati differenti tipi di impianti di rivelazione incendi, che si differenziano tra loro per configurazione e collegamenti.

15.3.1. Impianti di rivelazione incendi convenzionali a gruppo

In questo tipo di impianto la centrale di controllo è in grado di distinguere solo se l'incendio si è sviluppato in una certa zona (nella quale è installato un gruppo di rivelatori), ma non permette di distinguere con

precisione quale rivelatore ha fatto scattare l'allarme incendio. La mancata individuazione singola dei rivelatori, rende adatto questo tipo di impianto soprattutto per ambienti e locali di piccole dimensioni, dove questa carenza non è particolarmente sentita.

La struttura dell'impianto è costituita essenzialmente dalla centrale di controllo dalla quale partono due o più linee bifilari. Ognuna di queste linee deve essere dedicata esclusivamente ad una certa tipologia di componenti; quindi una linea per i rivelatori (in numero non superiore a 32), una linea per i punti di allarme manuale, una linea per gli avvisatori ottico-acustici, e così via. Ma non basta, infatti la norma UNI 9795 permette che rivelatori aventi un principio differente (fumo, calore, fiamma) possano essere posti sulla stessa linea solo a patto che siano singolarmente distinguibili dalla centrale. Ma questo non è possibile per gli impianti a gruppo, i quali allora possono avere linee costituite solo da rivelatori omogenei fra loro (una linea solo con rivelatori di fumo, una linea con solo rivelatori di calore, etc.) anche se è possibile mischiare le tecnologie di rilevazione, cioè sulla stessa linea porre, ad esempio, rivelatori di fumo puntiformi e rivelatori di fumo lineari.

Al termine di ciascuna delle linee collegate alla centrale, è posta una resistenza, al fine di bilanciare l'assorbimento di corrente delle linee stesse. Infatti il meccanismo di rilevazione di gruppo è basato sul seguente principio: in caso di allarme di uno o più rivelatori, aumenta notevolmente l'assorbimento di corrente da parte di essi (mentre in condizioni normali è quasi nullo); questo aumento viene sentito dalla centrale di controllo la quale provvede ad innescare l'allarme.

La separazione fra le linee con i rivelatori automatici e quelle con i pulsanti manuali, va nell'ottica di non influenzare il rilevamento automatico con quello manuale e anche per poter gestire anche in modo differente, da parte della centrale, i due allarmi che potrebbero richiedere procedure diverse.

Il bilanciamento di ogni linea tramite resistenza finale, deve essere tale da poter individuare sia il cortocircuito, sia l'interruzione della linea e sia la rimozione di uno più dispositivi collegati alla linea (rivelatori, pulsanti, etc.), inviando una specifica segnalazione di guasto alla centrale di controllo.

15.3.2. Impianti di rivelazione incendi convenzionali indirizzati

In questi impianti viene superato il limite dell'impianto precedente, in quanto i rivelatori sono in grado di trasmettere uno specifico segnale codificato (ogni rivelatore ha un proprio identificatore ID) che ne consente l'individuazione singola da parte della centrale di controllo.

Questo permette di individuare con precisione il punto dell'ambiente in cui è installato il rivelatore che ha causato l'allarme, e non più solo la generica zona come nell'impianto precedente. Viene a cadere anche la limitazione riguardo alla coesistenza sulla stessa linea di dispositivi con principio di rivelazione differente. Tutte le altre condizioni sono le stesse degli impianti di rivelazione a gruppo.

Anche in questo tipo di impianto il bilanciamento di ogni linea tramite resistenza finale, deve essere tale da poter individuare sia il cortocircuito, sia l'interruzione della linea e sia la rimozione di uno più dispositivi

collegati alla linea (rivelatori, pulsanti, etc.), inviando una specifica segnalazione di guasto alla centrale di controllo.

15.3.3. Impianti di rivelazione incendi indirizzati ad anello (loop)

In questi impianti la solita linea bifilare che parte dalla centrale di controllo non termina con la resistenza di fine linea ma si richiude sulla centrale formando un anello chiuso. Tale struttura possiede i tipici vantaggi delle configurazioni ad anello: se avviene un'interruzione lungo l'anello, la centrale riconosce ugualmente i dispositivi collegatevi, in quanto i due tronconi dell'anello tagliato sono comunque collegati alla centrale di controllo. Il sistema però deve comunque riconoscere ed avvertire dell'avvenuta interruzione, in quanto una seconda interruzione porterebbe all'esclusione di tutti i rivelatori compresi tra i due punti aperti dell'anello.

Sull'anello può essere collegato qualsiasi tipo di rivelatore (il sistema è sempre indirizzato come il precedente e riconosce il singolo rivelatore) ed il loro numero può essere anche superiore a 32, a patto di utilizzare degli isolatori di cortocircuito. Se il numero di rivelatori è invece inferiore a 32, gli isolatori non sono necessari. Tali isolatori sono dispositivi che vengono inseriti nell'anello ed hanno lo scopo, in caso di cortocircuito, di limitare il numero di rivelatori che vanno fuori servizio. Infatti succede che, in caso di singolo cortocircuito, gli unici rivelatori che vanno fuori servizio sono quelli compresi tra un isolatore e la centrale (se il corto avviene in questo tratto), oppure quelli compresi tra due isolatori (se il corto avviene in questo tratto). Quanto sia il massimo numero di rivelatori fuori servizio che ci si possa permettere, ce lo dice l'appendice H della norma EN 54-2 dove afferma che "un corto circuito o una interruzione in un circuito di rivelazione non impedisca la segnalazione di un allarme incendio proveniente da più di 32 rivelatori incendio e/o punti di allarme manuale". Ne consegue che gli isolatori di cortocircuito andranno al più posizionati ogni 32 rivelatori sull'anello.

Sullo stesso anello dei rivelatori possono essere collegati anche i punti di segnalazione manuale sempre che questi siano univocamente individuabili dalla centrale. Per conservare l'indipendenza fra segnalazione manuale e automatica, occorre che i pulsanti manuali non deteriorino il funzionamento dei rivelatori automatici. Per fare ciò i punti di allarme manuale vengono "racchiusi" tra due isolatori di cortocircuito.

15.3.4. Impianti di rivelazione incendi a BUS

La guida CEI 83-11 "I sistemi BUS negli edifici pregevoli per rilevanza storica e artistica", propone l'esempio di una soluzione BUS per l'impianto di rivelazione incendi, il quale permette la centralizzazione degli allarmi in un punto qualsiasi dell'impianto e facilità di espansione. Il sistema di rivelazione può essere dotato di differenti tipi di bus aventi caratteristiche diverse a seconda della loro funzionalità:

- bus locale tra centrale, terminali e gateway;
- bus interno tra i singoli moduli della centrale;

- bus di rivelazione locale che connette i singoli rivelatori alla centrale;
- bus di dati locale per i terminali ripetitori;

È possibile anche predisporre un sistema di rivelazione basato su sensori fumo collegati allo stesso bus assieme ad altri dispositivi dedicati ad altre tipologie di applicazione. Il vantaggio è che sullo stesso cavo (doppino tipo telefonico) vengono alimentati e controllati tutti i dispositivi, inclusi i sensori fumo. È possibile dedicare comunque una linea bus ai sensori così da identificare univocamente i dispositivi di rivelazione. In questo caso si possono utilizzare bus standard dedicati alla building automation che consentono di indirizzare univocamente ciascun sensore o gruppo di sensori e di avere in tempo reale su una postazione centralizzata tutti gli allarmi relativi.

15.4. TIPOLOGIE DEI RIVELATORI

Le modalità che si possono seguire per capire al più presto possibile quando si sviluppa un incendio sono quasi sterminate, tanto che la panoramica dei possibili rivelatori d'incendio installabili è ampissima, ma i principi di rivelazione e quindi le categorie dei rivelatori sono essenzialmente le seguenti:

- I rivelatori di fumo, cioè quelli sensibili alle particelle dei prodotti della combustione e/o pirolisi sospesi nell'atmosfera (comunemente chiamati aerosol);
- I rivelatori di calore e temperatura, cioè quelli sensibili all'innalzamento della temperatura;
- I rivelatori di fiamma, cioè quelli sensibili alla radiazione emessa dalle fiamme di un incendio;

Una ulteriore suddivisione si ha tra rivelatore "puntiforme", che risponde al fenomeno sorvegliato in prossimità di un punto fisso, e rivelatore "lineare" per il quale il fenomeno viene sorvegliato su una linea continua. All'interno dello stesso principio di rivelazione, esistono sensori di tipologia diversa, come di seguito specificato.

15.4.1. Rivelatori puntiformi termovelocimetrici

Questo rivelatore sente la velocità di variazione della temperatura all'interno dell'ambiente. In pratica se la temperatura varia notevolmente in tempi brevi (alta derivata) il rivelatore innesca l'allarme, in quanto si presume che ci sia un incendio che ha causato questa accelerazione.

In condizioni normali infatti, la variazione di temperatura in un locale ha delle costanti di tempo molto basse. Questo vale però se nel locale non ci sono forti fonti di calore come possono essere dei forni.

È una tecnica di rivelazione adeguata quando l'incendio sviluppa molto rapidamente una grande quantità di calore (es. incendi di tessuti o legnami), ma ha dei tempi di intervento più lenti rispetto ai rivelatori di fumo.

15.4.2. Rivelatori puntiformi a soglia

Qui il rivelatore interviene ad una prefissata soglia di temperatura, che deve essere maggiore della più alta temperatura ambiente raggiungibile nelle sue vicinanze. La differenza tra la soglia impostata e la più alta temperatura ambiente deve essere compresa tra 10 °C e 35 °C, tanto che in genere la soglia viene fissata tra i 50 °C e i 60 °C.

15.4.3. Rivelatori lineari

Utilizzato soprattutto per la rivelazione incendi nelle gallerie stradali o ferroviarie, è costituito da un cavo termosensibile installato lungo la volta della galleria, nella sua lunghezza. Il cavo è sensibile alle differenze di temperatura lungo il suo percorso.

In alternativa vi sono cavi a tecnologia Laser che permettono un monitoraggio costante del percorso.

15.4.4. Rivelatori puntiformi fotoottici a diffusione

All'interno di questi rivelatori c'è una sorgente di luce nel campo dell'infrarosso (in genere un LED) posta in una zona nella quale può entrare il fumo. Una parte ricevente sensibile alla luce infrarossa (fotodiodo) è posta in una camera attigua alla parte emittente, ma non può riceverne il segnale perché è otticamente schermata da una parete e da un labirinto ottico. La presenza del fumo, che ha la possibilità di entrare nel rivelatore, riflette la luce emessa dal LED ad infrarossi, creandogli un percorso fino al ricevitore, il quale emette così il segnale di allarme.

Poiché una priorità assoluta è quella di evitare falsi allarmi, il segnale luminoso emesso viene codificato in modo che l'allarme scatti solo alla ricezione di "quel" particolare segnale luminoso e non di altri.

Il fumo serve quindi per creare uno schermo alla luce, di conseguenza questo rivelatore potrebbe avere dei problemi in caso di fumi poco opachi o trasparenti (non interviene) o in caso di locali molto polverosi (intervento a sproposito).

É ovvio che se l'incendio, per la tipologia dei materiali in combustione, produce soprattutto fiamma e poco fumo, tali rivelatori non sono i più adatti (come ad esempio nelle centrali termiche, nelle zone con pericolo di esplosione, nelle autorimesse). Mentre sono perfetti per situazioni opposte come locali in cui possono bruciare tessuti, legname o carta.

É utile anche ricordare che nei locali per fumatori è forse meglio astenersi dall'installare questo tipo di rivelatori.

15.4.5. Rivelatori puntiformi a ionizzazione

Questi rivelatori, basati sulla ionizzazione dell'aria da parte di particolari sostanze, lavorano come i precedenti, ma riescono a sentire anche fumi non particolarmente opachi. Sono comunque meno utilizzati per difficoltà di manutenzione.

15.4.6. Rivelatori lineari

Il rivelatore di fumo in questione è costituito da un trasmettitore e da un ricevitore alloggiati all'interno dello stesso contenitore e quindi abbinati ad un catarifrangente, oppure fisicamente separati.

Nel primo caso le distanze tra rivelatore e catarifrangente dalla parte opposta può arrivare a poche decine di metri, mentre nella versione con trasmettitore e ricevitore separati si può arrivare anche a coprire distanze di 100 m. Il trasmettitore invia un raggio di luce infrarossa con una specifica frequenza ed intensità, il ricevitore misura l'intensità del raggio ricevuto, se il raggio è oscurato dalla presenza di fumo, il sensore del ricevitore è colpito da un'intensità inferiore al normale e genera un allarme.

C'è da rilevare che, per evitare falsi allarmi, come quelli causati ad esempio da un ostacolo fisico che interrompe il fascio luminoso, questi rivelatori si attivano solo quando la luce è interrotta in modo discontinuo (presenza di fumo che non è uniforme), mentre disattivano il funzionamento quando c'è un'interruzione permanente della luce (presenza di ostacolo materiale)

È un rivelatore ideale per la copertura di grandi aree come capannoni, magazzini, hangar o di ambienti con soffitti molto alti dove l'installazione e la manutenzione di rivelatori puntiformi può risultare difficoltosa. Locali possibili sono musei chiese, mostre d'arte, biblioteche, hotel, negozi, cinema, sale computer, magazzini, etc.

15.4.7. Rivelatori puntiformi all'infrarosso

Il principio di funzionamento è basato sulla rivelazione della radiazione infrarossa emessa da una fiamma. Sono in grado di rivelare entro pochi secondi una fiamma prodotta da un incendio entro il loro campo visivo e trovano particolare applicazione nei luoghi dove si presume che un incendio possa svilupparsi in modo rapido come ad esempio nei magazzini di prodotti petroliferi, di vernici, di materiali plastici, di alcoli, di prodotti cartacei, di legname, di gas infiammabili, etc.

In genere sono dotati di filtri ottici previsti per lasciare passare la radiazione infrarossa e bloccare le altre radiazioni luminose, come la luce del sole, o l'illuminazione artificiale.

15.5. CENTRALE DI CONTROLLO E SEGNALAZIONE

15.5.1. Ubicazione

L'ubicazione della centrale di controllo e segnalazione del sistema deve essere scelta in modo da garantire la massima sicurezza di funzionamento del sistema stesso.

La centrale deve essere ubicata in luogo permanentemente e facilmente accessibile, protetto, per quanto possibile, dal pericolo di incendio diretto, da danneggiamenti meccanici e manomissioni, esente da atmosfera corrosiva, tale inoltre da consentire il continuo controllo in loco della centrale da parte del personale di sorveglianza oppure il controllo a distanza.

In ogni caso il locale deve essere:

- sorvegliato da rivelatori automatici d'incendio, se non presidiato in modo permanente;
- dotato di illuminazione di emergenza a intervento immediato e automatico in caso di assenza di energia elettrica diretta.

15.5.2. Caratteristiche

La centrale di controllo e segnalazione deve essere conforme alla UNI EN 54-2. Ad essa fanno capo sia i rivelatori automatici sia i punti di segnalazione manuale.

La scelta della centrale deve essere eseguita in modo che questa risulti compatibile con il tipo di rivelatori e i punti di segnalazione manuale installati e in grado di espletare le eventuali funzioni supplementari a essa richieste (per es.: comando di trasmissione di allarmi a distanza, comando di attivazione di impianti di spegnimento d'incendio, ecc.). In tale scelta si deve inoltre verificare che le condizioni ambientali in cui viene installata la centrale siano compatibili con le sue caratteristiche costruttive.

Nella centrale devono essere individuabili i segnali provenienti da punti di segnalazione manuale separatamente da quelli provenienti dai rivelatori automatici.

La centrale deve essere installata in modo tale che tutte le apparecchiature componenti siano facilmente accessibili per le operazioni di manutenzione, comprese le sostituzioni. Dette operazioni devono poter essere eseguite in loco.

Qualora la centrale non sia sistemata in un apposito locale distinto e sufficientemente protetto contro l'incendio, essa deve essere realizzata in modo da conservare integra la sua capacità operativa per il tempo necessario a espletare le funzioni per le quali è stata progettata.

15.5.3. Dispositivi di allarme acustici e luminosi

I dispositivi di allarme vengono distinti in:

- a) dispositivi di allarme di incendio e di guasto, acustici e luminosi, della centrale di controllo e segnalazione percepibile nelle immediate vicinanze della centrale stessa;

b) dispositivi di allarme di incendio acustici e luminosi distribuiti, qualora necessari ai fini della sicurezza, all'interno e/o all'esterno dell'area sorvegliata. Tali dispositivi possono coincidere con quelli della centrale di controllo e sorveglianza (per esempio in impianti aventi limitata estensione), purché siano soddisfatte le finalità di cui alla Premessa del presente capitolo;

c) dispositivi di allarme ausiliari posti in stazioni di ricevimento. Come specificato anche nella UNI EN 54-2, i dispositivi di allarme di a) e b) sono sempre presenti, quelli ausiliari di c) sono invece facoltativi.

Quando la centrale non è sotto costante controllo da parte del personale addetto, deve essere previsto un sistema di trasmissione tramite il quale gli allarmi di incendio e di guasto e la segnalazione di fuori servizio sono trasferiti ad una o più centrali di ricezione allarmi e intervento e/o luoghi presidiati, dalle quali gli addetti possano dare inizio in ogni momento e con tempestività alle necessarie misure di intervento.

Il collegamento con dette centrali di ricezione allarmi e intervento deve essere tenuto costantemente sotto controllo.

Le segnalazioni acustiche e luminose dei dispositivi di allarme di incendio devono essere chiaramente riconoscibili come tali e non confuse con altre:

- il livello acustico percepibile deve essere maggiore di 5 dB(A) al di sopra del rumore ambientale;
- la percezione acustica da parte degli occupanti dei locali deve essere compresa fra 65 dB(A) e 120 dB(A);
- negli ambienti dove è previsto che gli occupanti dormano, la percezione alla testata del letto deve essere di 75 dB(A).

È consentito l'utilizzo di sistemi vocali di allarme ed evacuazione per dare la segnalazione di pericolo in caso di rivelazione di un incendio. Tali componenti possono essere utilizzati sia ad integrazione dei dispositivi di tipo sonoro sia in loro vece. Tali sistemi devono comunque rispondere a quanto specificato dalle UNI EN 54-16 e UNI EN 54-24.

Il sistema di segnalazione di allarme deve essere concepito in modo da evitare rischi indebiti di panico.

15.5.4. Alimentazioni

Il sistema di rivelazione deve essere dotato di un'apparecchiatura di alimentazione costituita da due sorgenti di alimentazione in conformità alla UNI EN 54-4.

L'alimentazione primaria deve essere derivata da una rete di distribuzione pubblica; l'alimentazione di riserva, invece, può essere costituita da una batteria di accumulatori elettrici oppure essere derivata da una rete elettrica di sicurezza indipendente da quella pubblica a cui è collegata la primaria.

Nel caso in cui l'alimentazione primaria vada fuori servizio, l'alimentazione di riserva deve sostituirla automaticamente in un tempo non maggiore di 15 s.

Al ripristino dell'alimentazione primaria, questa deve sostituirsi nell'alimentazione del sistema a quella di riserva.

L'alimentazione primaria del sistema costituita dalla rete principale deve essere effettuata tramite una linea esclusivamente riservata a tale scopo, dotata di propri organi di sezionamento, di manovra e di protezione, a valle dell'interruttore generale.

L'alimentazione di riserva deve essere in grado di assicurare il corretto funzionamento dell'intero sistema ininterrottamente per almeno 72 h, nel caso di interruzione dell'alimentazione primaria o di anomalie assimilabili.

Tale autonomia può essere ridotta ad un tempo pari alla somma dei tempi necessari per la segnalazione, l'intervento ed il ripristino del sistema, ma in ogni caso a non meno di 24 h, purché:

- gli allarmi siano trasmessi ad una o più stazioni ricevitrici, e
- sia in atto un contratto di assistenza e manutenzione, ed esista una organizzazione interna adeguata.

L'alimentazione di riserva deve assicurare in ogni caso anche il contemporaneo funzionamento di tutti i segnalatori di allarme per almeno 30 min. a partire dalla emissione degli allarmi.

Quando l'alimentazione di riserva è costituita da una o più batterie di accumulatori, si devono osservare le seguenti specificazioni:

- le batterie devono essere installate il più vicino possibile alla centrale di controllo e segnalazione, ma non nello stesso locale se possono sviluppare gas pericolosi. Il locale dove sono collocate le batterie deve essere ventilato adeguatamente e avere caratteristiche di sicurezza simili a quelle del locale contenente la centrale di controllo e segnalazione; deve essere consentita la manutenzione in loco delle apparecchiature installate;
- la rete a cui è collegata la ricarica delle batterie, se alimenta anche il sistema, deve essere in grado di assicurare l'alimentazione necessaria contemporaneamente a entrambi.

15.6. INSTALLAZIONE (DISPOSIZIONI COMUNI)

Le prescrizioni di carattere generale sono che i rivelatori devono essere installati in modo che possano individuare ogni tipo d'incendio prevedibile nell'area sorvegliata, fin dal suo stadio iniziale ed in modo da evitare falsi allarmi.

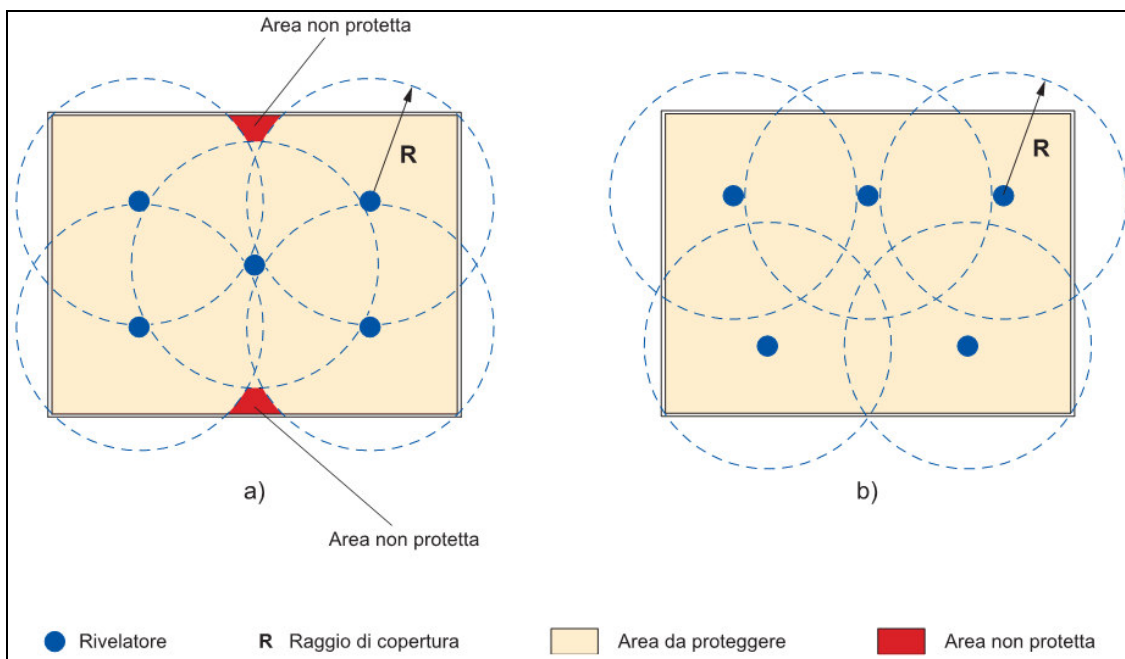
La determinazione del numero di rivelatori necessari e della loro posizione deve essere effettuata in funzione del tipo di rivelatori, della superficie ed altezza del locale, della forma del soffitto (o della copertura quando questa costituisce il soffitto) e delle condizioni di aerazione e di ventilazione naturale o meccanica del locale, come si specificherà in seguito.

I rivelatori devono essere installati in modo che possano individuare ogni tipo d'incendio prevedibile nell'area sorvegliata, fin dal suo stadio iniziale e in modo da evitare falsi allarmi.

La determinazione del numero di rivelatori necessari e della loro posizione deve essere effettuata in funzione di quanto segue:

- tipo di rivelatori;
- superficie e altezza del locale;
- forma del soffitto o della copertura quando questa costituisce il soffitto;
- condizioni di aerazione e di ventilazione naturale o meccanica del locale.

Il numero e la disposizione dei rivelatori di fumo e/o calore dovrà in ogni caso essere tale da garantire la copertura in pianta di tutta l'area da sorvegliare (come da esempio che si riporta di seguito).



Disposizione dei rivelatori puntiformi:

- a) non corretta: alcune aree non sono coperte;
- b) corretta: tutta l'area è protetta.

15.6.1. Estensione della sorveglianza

Le aree sorvegliate devono essere interamente tenute sotto controllo dal sistema di rivelazione.

All'interno di un'area sorvegliata, devono essere direttamente sorvegliate dai rivelatori anche le seguenti parti, con le eccezioni di cui al punto successivo:

- locali tecnici di elevatori, ascensori e montacarichi, condotti di trasporto e comunicazione, nonché vani corsa degli elevatori, ascensori e montacarichi;
- cortili interni coperti;
- cunicoli, cavedi e passerelle per cavi elettrici;
- condotti di condizionamento dell'aria, e condotti di aerazione e di ventilazione;
- spazi nascosti sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati.

Possono non essere direttamente sorvegliate dai rivelatori le seguenti parti, qualora non contengano sostanze infiammabili, rifiuti, materiali combustibili e cavi elettrici, ad eccezione, per questi ultimi, di quelli strettamente indispensabili all'utilizzazione delle parti medesime:

- piccoli locali utilizzati per servizi igienici, a patto che essi non siano utilizzati per il deposito di materiali combustibili o rifiuti;
- condotti e cunicoli con sezione minore di m^2 , a condizione che siano correttamente protetti contro l'incendio e siano opportunamente compartimentati;
- banchine di carico scoperte (senza tetto);
- spazi nascosti, compresi quelli sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati, che:
 - abbiano altezza minore di 800 mm, e
 - abbiano superficie non maggiore di $100 m^2$, e
 - abbiano dimensioni lineari non maggiori di 25 m, e
 - siano totalmente rivestiti all'interno con materiale di classe A1 e A1 FL secondo la UNI EN 13501-1,
 - non contengano cavi che abbiano a che fare con sistemi di emergenza (a meno che i cavi non siano resistenti al fuoco per almeno 30 mm secondo la CEI EN 50200);
- vani scale compartimentati;
- vani corsa di elevatori, ascensori e montacarichi purché facciano parte di uncompartimento sorvegliato dal sistema di rivelazione.

15.6.2. Suddivisione dell'area in zone

L'area sorvegliata deve essere suddivisa in zone, secondo quanto di seguito specificato, in modo che, quando un rivelatore interviene, sia possibile individuarne facilmente la zona di appartenenza.

Le zone devono essere delimitate in modo che sia possibile localizzare rapidamente e senza incertezze il focolaio d'incendio.

Ciascuna zona deve comprendere non più di un piano del fabbricato, con l'eccezione dei seguenti casi: vani scala, vani di ascensori e montacarichi, edifici di piccole dimensioni anche se a più piani, ciascuno dei quali può costituire un'unica zona distinta.

La superficie a pavimento di ciascuna zona non deve essere maggiore di $1.600 m^2$.

Più locali non possono appartenere alla stessa zona, salvo quando siano contigui e se:

- il loro numero non è maggiore di 10, la loro superficie complessiva non è maggiore di $600 m^2$ e gli accessi danno sul medesimo disimpegno;

oppure

- il loro numero non è maggiore di 20, la loro superficie complessiva non è maggiore di $1\,000 m^2$ e in prossimità degli accessi sono installati segnalatori ottici di allarme chiaramente visibili, che consentono l'immediata individuazione del locale dal quale proviene l'allarme.

I rivelatori installati in spazi nascosti (sotto i pavimenti sopraelevati, sopra i controsoffitti, nei cunicoli e nelle canalette per cavi elettrici, nelle condotte di condizionamento dell'aria, di aerazione e di ventilazione, ecc.) devono appartenere a zone distinte. Deve inoltre essere possibile individuare in modo semplice e senza incertezze dove i rivelatori sono intervenuti. Si deve prevedere localmente una segnalazione luminosa visibile.

Se una medesima linea di rivelazione serve più zone o più di 32 punti, la linea deve essere ad anello chiuso e dotata di opportuni dispositivi di isolamento, conformi alla UNI EN 54-17, in grado di assicurare che un corto circuito o una interruzione della linea medesima, non impedisca la segnalazione di allarme incendio per più di una zona.

In una zona possono essere compresi rivelatori sensibili a fenomeni differenti purché i rispettivi segnali siano univocamente identificabili alla centrale di controllo e segnalazione.

I punti di segnalazione manuale possono essere collegati ai circuiti dei rivelatori automatici purché i rispettivi segnali siano univocamente identificabili alla centrale di controllo e segnalazione.

15.7. INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI PUNTIFORMI DI FUMO

I rivelatori puntiformi di fumo devono essere conformi alla UNI EN 54-7.

Gli aerosol eventualmente prodotti nel normale ciclo di lavorazione possono causare falsi allarmi. Si deve quindi evitare di installare rivelatori in prossimità delle zone dove detti aerosol sono emessi in concentrazione sufficiente ad azionare il sistema di rivelazione. Qualora sia necessario sorvegliare anche dette zone, si deve fare ricorso ad apparecchi di tipo diverso.

Particolare attenzione deve essere posta nell'installazione dei rivelatori di fumo, dove:

- la velocità dell'aria è solitamente maggiore di 1 m/s;
- la velocità dell'aria possa essere occasionalmente maggiore di 5 m/s.

Il numero di rivelatori deve essere determinato in modo che non siano superati i valori riportati nel seguente prospetto, valido per posizionamento su soffitti piani o con inclinazione rispetto all'orizzontale $\alpha \leq 20^\circ$ e senza elementi sporgenti.

Tecnologia di rivelazione	Altezza (h) dei locali (m)			
	$h \leq 6$	$6 < h \leq 8$	$8 < h \leq 12$	$12 < h \leq 16$
Rivelatori puntiformi di fumo (UNI EN 54-7)	Raggio di copertura (R) ^{a)}			
	6,5	6,5	6,5	AS ^{b)}
a) Distanza massima in aria libera senza ostacoli che può esserci fra un qualsiasi punto del locale, soffitto e/o sovrastruttura sorvegliato e il rivelatore più vicino. Nel caso di soffitti inclinati tale distanza viene riferita al piano orizzontale. b) Applicazioni Speciali previste in ambienti particolari dove è ipotizzabile l'utilizzo della tecnologia dei rivelatori di fumo solo ed esclusivamente se l'efficacia del sistema viene dimostrata con metodi pratici, oppure mediante installazione di rivelatori a piani intermedi.				

Per i locali a soffitto (o copertura) inclinato valgono il prospetto sotto riportato e le seguenti prescrizioni aggiuntive:

- nei locali con soffitto (o copertura) inclinato (a spiovente semplice, a doppio spiovente e assimilabili) formante un angolo con l'orizzontale maggiore di 20° si deve installare, in ogni campata, una fila di rivelatori nel piano verticale passante per la linea di colmo o nella parte più alta del locale;
- nei locali con copertura a shed o con falda trasparente si deve installare, in ogni campata, una fila di rivelatori dalla parte in cui la copertura ha la pendenza minore e ad una distanza orizzontale di almeno 1 m dal piano verticale passante per la linea di colmo.

	Altezza (h) dei locali (m)			
	$h \leq 6$	$6 < h \leq 8$	$8 < h \leq 12$	$12 < h \leq 16$
Inclinazione	Raggio di copertura (R) ^{a)}			
$20^\circ \leq \alpha \leq 45^\circ$	7	7	7	AS ^{b)}
$\alpha > 45^\circ$	7,5	7,5	7,5	AS ^{b)}
a) Distanza massima in aria libera senza ostacoli che può esserci fra un qualsiasi punto del locale, soffitto e/o sovrastruttura sorvegliato e il rivelatore più vicino. Nel caso di soffitti inclinati tale distanza viene riferita al piano orizzontale. b) Applicazioni Speciali previste in ambienti particolari dove è ipotizzabile l'utilizzo della tecnologia dei rivelatori di fumo solo ed esclusivamente se l'efficacia del sistema viene dimostrata con metodi pratici, oppure mediante installazione di rivelatori a piani intermedi.				

La distanza tra i rivelatori e le pareti del locale sorvegliato non deve essere minore di 0,5 m, a meno che siano installati in corridoi, cunicoli, condotti tecnici o comunque ambienti aventi larghezza minore di 1 m. Parimenti devono esserci almeno 0,5 m tra i rivelatori e la superficie laterale di correnti o travi, posti al disotto del soffitto, oppure di elementi sospesi (per esempio: condotti di ventilazione, cortine, ecc.), se lo spazio compreso tra il soffitto e la parte superiore di tali elementi o strutture è minore di 15 cm.

Le massime e le minime distanze verticali ammissibili fra i rivelatori ed il soffitto (o la copertura) dipendono dalla forma di questo e dall'altezza del locale sorvegliato; in assenza di valutazioni specifiche possono essere utilizzati i valori indicati, nel prospetto seguente.

Altezza del locale (m)	Distanza dell'elemento sensibile al fumo dal soffitto (o dalla copertura) in funz. della sua inclinazione rispetto all'orizzontale					
	$\alpha \leq 20^\circ$		$15^\circ < \alpha \leq 30^\circ$		$\alpha > 30^\circ$	
	min. cm	max. cm	min. cm	max. cm	min. cm	max. cm
$h \leq 6$	3	20	20	30	30	50
$6 < h \leq 8$	7	25	25	40	40	60
$8 < h \leq 12$	10	30	30	50	50	70
$12 < h \leq 16$	15	35	35	60	60	80

L'altezza dei rivelatori puntiformi di fumo rispetto al pavimento non deve essere maggiore di 12 m, fatto salvo il caso di altezze fino a 16 m, considerato applicazione speciale (AS).

Nella protezione dei locali, allo scopo di evitare ostacoli al passaggio del fumo, nessuna parte di macchinario e/o di impianto e l'eventuale merce in deposito deve trovarsi a meno di 0,5 m a fianco o al disotto di ogni rivelatore.

La posizione dei rivelatori di fumo in caso di presenza di elementi sporgenti (es. travi), è subordinata alle dimensioni e alla posizione delle sporgenze stesse.

Se gli elementi sporgono dal soffitto non più del 5% dell'altezza massima del locale è come se non si fossero e si applica la regola generale.

Se gli elementi sporgono più del 30% dell'altezza massima del locale si deve considerare ogni riquadro formato dagli elementi sporgenti come un singolo locale e il numero di rivelatori va stabilito ancora secondo la regola generale

Per sporgenze comprese tra 5% e 30% i rivelatori di fumo o calore vanno ubicati all'interno dei riquadri formati dagli elementi sporgenti nel numero di seguito indicato, secondo che gli elementi sporgenti siano disposti:

- a) soltanto in un senso (travi o correnti);
- b) nei due sensi a formare riquadri (soffitti a cassettoni o a nido d'ape).

Nel caso a) il numero di rivelatori in relazione ai riquadri è indicato dalla seguente tabella

$D \leq 0,13 (H - h)$	Un rivelatore ogni tre riquadri
$0,13 (H - h) < D \leq 0,25 (H - h)$	Un rivelatore ogni due riquadri
$D > 0,25 (H - h)$	Un rivelatore ogni riquadro

dove:

D (m) è la distanza tra due travi o correnti successivi (esterno – esterno);

H (m) è l'altezza massima del locale (senza contare eventuali pavimenti galleggianti);

h (m) è l'altezza della trave o corrente.

Nel caso b) un rivelatore può coprire un gruppo di celle, nell'ambito del raggio di copertura del rivelatore stesso, ma il volume di tutte le celle coperte da un singolo rivelatore non deve superare il valore dato dalla relazione $V = b(H - h)$

Dove:

b = costante dimensionale pari a 8 m²;

H = altezza del locale in metri;

h = profondità (altezza) della trave in metri.

In locali dotati di pavimento galleggiante l'altezza della trave deve essere misurata dalla superficie superiore del pavimento.

Un soffitto è considerato piano (quindi non si applica il presente punto) anche in presenza di elementi o strutture sporgenti, ovvero impianti sospesi se lo spazio sostanzialmente libero (al fine di consentire la distribuzione del fumo) compreso tra il soffitto e la parte superiore di tali elementi è pari ad almeno 15 cm.

I rivelatori, ad eccezione di quelli posti a sorveglianza di oggetto, non devono essere installati dove possono venire investiti direttamente dal flusso d'aria immesso dagli impianti di condizionamento, aerazione e ventilazione.

I rivelatori destinati ad essere installati dove la temperatura ambiente, per cause naturali o legate all'attività esercitata, può essere maggiore di 50 °C, devono essere del tipo atto a funzionare in tali condizioni.

Di conseguenza, in fase di installazione, occorre non trascurare la possibilità di irraggiamento solare e la presenza di eventuali macchinari che sono, o possono essere, fonti di irraggiamento termico, d'aria calda, di vapore, ecc.

Nei locali bassi (indicativamente altezza del soffitto minore di 3 m) si devono prendere le precauzioni necessarie per evitare l'entrata in funzione del sistema di rivelazione a causa del fumo prodotto nelle normali condizioni ambientali (per esempio: fumo di sigaretta).

Nei locali dove si possono avere forti correnti d'aria, è possibile che turbini di polvere investano i rivelatori causando falsi allarmi. Per ridurre tale pericolo si devono installare apposite protezioni per i rivelatori (per esempio: schermi) a meno che i rivelatori siano adatti a funzionare in tali condizioni.

Nei locali in cui il fumo può in certe condizioni stratificarsi a distanza dall'intradosso del soffitto (o copertura) i rivelatori devono essere posti alternati su 2 livelli: metà a soffitto (o copertura) e metà ad almeno 1 m al disotto del soffitto (o della copertura).

15.8. INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI LINEARI DI FUMO

Qualsiasi sia la dimensione o il soffitto del locale nel quale si installano tali rivelatori, la massima area a pavimento sorvegliata da una coppia di rivelatori (trasmettitore-ricevitore o trasmettente/ricevente e riflettore/i) non può essere maggiore di 1.600 m², e nel contempo, la larghezza massima dell'area coperta (perpendicolarmente alla direzione del raggio ottico non deve essere maggiore di 15 m. Ricordiamo che i rivelatori lineari di fumo possono essere installati non solo in orizzontale, ma anche in verticale in cavedi, cunicoli, vani scale, campanili, torri e simili. In alcuni casi particolari può anche essere prevista l'installazione di più rivelatori ad altezze differenti.

15.8.1. Soffitto con superficie piana

Nel caso di soffitto con copertura piana, i rivelatori devono essere collocati ad una distanza dal soffitto non superiore al 10% dell'altezza del locale da proteggere. Queste indicazioni (1.600 m², 15 m, 10%) possono non essere seguite alla lettera se il costruttore fornisce diverse indicazioni a causa delle:

- caratteristiche e velocità di propagazione d'incendio dei materiali combustibili contenuti nell'ambiente;

- variazioni delle temperature medie sotto copertura per effetto di persistenti riscaldamenti o raffreddamenti prodotti da condizioni climatiche stagionali, impianti, macchine di processo, etc.;
- scarsa od inesistente coibentazione della copertura;
- condizioni di ventilazione, e/o variazioni di pressione ed umidità ambientali nei casi di possibili principi d'incendio ad evoluzione lenta;
- polverosità dell'ambiente.

15.9. CRITERI DI INSTALLAZIONE DEI RIVELATORI PUNTIFORMI DI FUMO NEI LOCALI DOTATI DI IMPIANTI DI CONDIZIONAMENTO E DI VENTILAZIONE

Gli impianti di ventilazione sono così definiti:

- impianti che vengono progettati e realizzati per garantire il benessere delle persone;
- impianti che vengono progettati e realizzati per garantire parametri ambientali con finalità legate a processi produttivi o di conservazione.

In entrambi i casi, devono essere presi accorgimenti tali da evitare che in prossimità del rivelatore ci sia una velocità d'aria maggiore di 1 m/s.

Nei locali in cui la circolazione d'aria risulta elevata, cioè al disopra dei normali valori adottati per gli impianti finalizzati al benessere (per esempio: nei centri di elaborazione dati, nelle sale quadri, ecc.), il numero di rivelatori di fumo installati a soffitto, o sotto eventuali controsoffitti, deve essere opportunamente aumentato per compensare l'eccessiva diluizione del fumo stesso. Detto numero deve essere determinato moltiplicando quello calcolato secondo la regola generale, per il coefficiente indicato nel prospetto che segue:

Prodotto raggio rivelatori per il numero di ricambi/h	Coefficiente maggiorativo
≥ 40	2 ^{a)}
a) Se il prodotto raggio rivelatore per ricambi d'aria/h è particolarmente elevato è necessario effettuare valutazioni specifiche che possono portare ad un aumento dei rivelatori da installare e/o all'installazione di un sistema di rivelazione supplementare a diretta sorveglianza dei macchinari.	

I rivelatori installati nei locali dotati di impianti di condizionamento e di ventilazione devono essere uniformemente distribuiti a soffitto come specificato dalle regole generali, con il rispetto di quanto segue:

- se l'aria è immessa nel locale in modo omogeneo attraverso un soffitto forato, ciascun rivelatore deve essere protetto dalla corrente d'aria otturando tutti i fori entro il raggio di 1 m dal rivelatore stesso;
- se l'aria è immessa tramite bocchette, i rivelatori, sempre distribuiti in modo uniforme, devono essere posti il più lontano possibile dalle bocchette stesse;
- se la ripresa d'aria è fatta tramite bocchette poste nella parte alta delle pareti in vicinanza del soffitto, i rivelatori, oltre ad essere uniformemente distribuiti, devono essere posti in modo che uno di essi si trovi in corrispondenza di ogni bocchetta di ripresa;

- se la ripresa d'aria è fatta tramite bocchette poste a soffitto, i rivelatori devono essere sempre distribuiti uniformemente a soffitto ma il più lontano possibile dalle bocchette stesse.

Nei locali in cui la circolazione d'aria risulta elevata, cioè al disopra dei normali valori adottati per gli impianti finalizzati al benessere (per esempio: nei centri di elaborazione dati, nelle sale quadri, ecc.) gli spazi nascosti sopra i controsoffitti e sotto i pavimenti sopraelevati, qualunque sia la loro altezza e dimensione, devono essere direttamente sorvegliati, se contengono cavi elettrici e/o reti dati e/o presentano rischio di incendio.

In detti spazi, se la loro altezza non è maggiore di 1 m, il numero di rivelatori da installare è quello determinato secondo la regola generale moltiplicato per i coefficienti riportati nel prospetto che segue; se la loro altezza è maggiore di 1 m, il numero di rivelatori necessari deve essere calcolato tenendo conto del coefficiente maggiorativo di cui al prospetto precedente, cioè come se si trattasse di un locale.

Spazio nascosto (h) minore di 1 m	Coefficiente maggiorativo
Senza ripresa d'aria	2
Con ripresa d'aria	3

Si parla tipicamente di centri elaborazione dati, dove la turbolenza dell'aria è molto più significativa rispetto ad altri ambienti. In particolare è possibile che in questa tipologia di locali il controsoffitto e nel sottopavimento sono addirittura utilizzate come condotta d'aria. In questi casi si applica il coefficiente moltiplicativo 3, mentre se non ci sono le condizioni sopracitate si applica il coefficiente moltiplicativo 2.

Se non sussiste una circolazione d'aria forzata e quindi la ventilazione è a scopo esclusivo di benessere, non si applica alcun coefficiente moltiplicativo e si applica la regola generale.

I ribassamenti, i canali, le cortine, ecc. esistenti nella metà superiore di detti spazi devono essere considerati, ai fini del dimensionamento dell'impianto, come muri se la loro altezza è maggiore di metà di quella dello spazio stesso.

Per gli spazi nascosti sopra i controsoffitti o sotto i pavimenti sopraelevati dei locali i cui impianti siano realizzati che vengono progettati e realizzati per garantire il benessere delle persone e/o per garantire parametri ambientali con finalità legate a processi produttivi o di conservazione, si applicano le disposizioni valide per i locali non dotati di impianti di condizionamento o di ventilazione.

I rivelatori puntiformi di fumo devono essere posti anche all'interno dei canali di immissione e di ripresa dell'aria da ogni macchina.

Se i rivelatori non sono direttamente visibili (per esempio: rivelatori sopra il controsoffitto, nei canali di condizionamento, all'interno dei macchinari, ecc.), si deve prevedere una segnalazione luminosa in posizione visibile in modo che possa immediatamente essere individuato il punto da cui proviene l'eventuale allarme.

I rivelatori posti all'interno di spazi nascosti, utilizzati come vani di convogliamento dell'aria (plenum) degli impianti di condizionamento e di ventilazione, non possono sostituire quelli a soffitto all'interno del locale sorvegliato.

15.10. ELEMENTI DI CONNESSIONE

15.10.1. Connessione via cavo

I cavi devono essere del tipo utilizzato per gli impianti elettrici, con caratteristiche come indicate dal fabbricante. La sezione minima di ogni conduttore di alimentazione dei componenti (rivelatori, punti manuali, ecc.) deve essere di 0,5 mm².

I cavi utilizzati nel sistema rivelazione incendio devono essere resistenti al fuoco per almeno 30 min. secondo la CEI EN 50200, a bassa emissione di fumo e zero alogeni o comunque protetti per tale periodo.

Nei casi in cui venga utilizzato un sistema di connessione ad anello chiuso, il percorso dei cavi deve essere realizzato in modo tale che possa essere danneggiato un solo ramo dell'anello. Pertanto per uno stesso anello il percorso cavi in uscita dalla centrale deve essere differenziato rispetto al percorso di ritorno in modo tale che il danneggiamento (per esempio fuoco) di uno dei due rami non coinvolga anche l'altro ramo.

Le interconnessioni devono essere eseguite:

a) con cavi in tubo sotto strato di malta o sotto pavimento (fermo restando quanto previsto dalla CEI 64-8 per quanto riguarda il tracciato di posa dei tubi, la sfilatura dei cavi, l'esecuzione di giunzioni e derivazioni in apposite scatole);

oppure

b) con cavi posati in tubi a vista [valgono le stesse prescrizioni di a)];

oppure

c) con cavi a vista. I cavi devono essere con guaina; la posa deve garantire i cavi contro i danneggiamenti accidentali.

I cavi, se posati insieme ad altri conduttori non facenti parte del sistema, devono essere riconoscibili almeno in corrispondenza dei punti ispezionabili.

Devono essere adottate particolari protezioni nel caso in cui le interconnessioni si trovino in ambienti umidi o in presenza di vapori o gas infiammabili o esplosivi.

Le linee di interconnessioni, per quanto possibile, devono correre all'interno di ambienti sorvegliati da sistemi di rivelazione di incendio. Esse devono comunque essere installate e protette in modo da ridurre al minimo il loro danneggiamento in caso di incendio.

Non sono ammesse linee volanti.

Le interconnessioni tra la centrale di controllo e segnalazione e l'alimentazione di riserva, quando questa non è all'interno della centrale stessa o nelle sue immediate vicinanze, devono avere percorso indipendente da altri circuiti elettrici e, in particolare, da quello dell'alimentazione primaria; è tuttavia ammesso che tale percorso sia utilizzato anche da altri circuiti di sicurezza.

16. IMPIANTO ELETTRICO E BARRIERE ARCHITETTONICHE

Per barriere architettoniche si intendono gli ostacoli fisici che possono essere fonte di disagio per la mobilità delle persone e soprattutto per chi presenta una capacità motoria ridotta o impedita in forma permanente o temporanea.

I componenti dell'impianto elettrico devono rispondere a specifici requisiti relativamente alla loro ubicazione.

Interruttori campanelli, pulsanti di comando, citofoni, prese a spina installati nelle parti comuni devono essere collocati in posizione comoda, protetti dagli urti e facilmente individuabili.

16.1. DEFINIZIONI E CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE

Ai fini dell'eliminazione delle barriere architettoniche ci si riferisce in particolare al DPR 503/96 per gli edifici pubblici e al D. M. 236/89 per gli edifici privati (es. alberghi, chiese, scuole, ecc..).

Il DM 236 si applica:

- agli edifici privati di nuova costruzione, residenziali e non, ivi compresi quelli di edilizia residenziale convenzionata;
- agli edifici di edilizia residenziale pubblica sovvenzionata ed agevolata, di nuova costruzione;
- alla ristrutturazione degli edifici privati di cui ai precedenti punti 1) e 2), anche se preesistenti alla entrata in vigore del presente decreto;
- agli spazi esterni di pertinenza degli edifici di cui ai punti precedenti.

Con l'abbattimento delle barriere architettoniche si vuole garantire l'accessibilità, l'adattabilità e la visitabilità degli edifici:

- Accessibilità - Per accessibilità si intende la possibilità, anche per persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di raggiungere l'edificio e le sue singole unità immobiliari e ambientali, di entrarvi agevolmente e di fruirne spazi e attrezzature in condizioni di adeguata sicurezza e autonomia.

L'accessibilità deve essere garantita alle seguenti strutture:

- Gli spazi esterni (vie condominiali, rampe di accesso, giardini, ecc..). Deve essere previsto almeno un percorso facilmente usufruibile anche da parte di persona con ridotte o impedito capacità motorie e sensoriali;
- Le parti comuni (scale, pianerottoli, ecc..). Negli edifici residenziali con non più di tre livelli fuori terra è consentita la deroga all'installazione di meccanismi per l'accesso ai piani superiori, ivi compresi i servoscala, purché sia assicurata la possibilità della loro installazione in un tempo successivo.
- Almeno il 5% degli alloggi previsti negli interventi di edilizia residenziale sovvenzionata, con un minimo di una unità immobiliare per ciascun intervento. Nel caso la richiesta di alloggi accessibili superi la quota minima prevista, alle richieste eccedenti si applicano le disposizioni di cui all'art. 17 del decreto del Presidente della Repubblica 27 aprile 1978, n. 384;

- Gli ambienti destinati ad attività sociali, come quelle scolastiche, sanitarie, assistenziali, culturali, sportive;
- Gli edifici sedi di aziende o imprese soggette alla normativa sul collocamento obbligatorio. L'accessibilità si considera garantita se sono accessibili tutti i settori produttivi, gli uffici amministrativi e almeno un servizio igienico per ogni gruppo di servizi igienici previsto. Deve essere sempre garantita anche la fruibilità delle mense, degli spogliatoi, dei luoghi ricreativi e di tutti i servizi di pertinenza.
- Visitabilità - Per visitabilità si intende la possibilità, anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale, di accedere agli spazi di relazione e ad almeno un servizio igienico di ogni unità immobiliare. Sono spazi di relazione gli spazi di soggiorno o pranzo dell'alloggio e quelli dei luoghi di lavoro, servizio ed incontro, nei quali il cittadino entra in rapporto con la funzione ivi svolta. Qualsiasi unità immobiliare deve essere visitabile con le seguenti precisazioni:
 - negli edifici residenziali - il soggiorno o la sala pranzo, un servizio igienico ed i relativi percorsi di collegamento interni alle unità immobiliari devono essere accessibili;
 - nelle unità immobiliari sedi di riunioni o spettacoli all'aperto o al chiuso, temporanei o permanenti, compresi i circoli privati, e in quelle di ristorazione - devono essere accessibili almeno una zona riservata al pubblico e un servizio igienico; deve essere garantita inoltre la fruibilità degli spazi di relazione e dei servizi previsti, quali la biglietteria e il guardaroba;
 - nelle unità immobiliari sedi di attività ricettive (alberghi, pensioni, villaggi turistici, campeggi, ecc.) - deve essere presente almeno un servizio igienico fruibile anche da parte di persone disabili per tutte le parti e i servizi comuni (sala pranzo, sala riunioni, ecc..). Deve essere previsto anche un determinato numero di camere accessibili alle persone disabili. Gli arredi, i servizi, i percorsi e gli spazi di manovra devono permettere un uso agevole anche da parte di persone su sedia a ruote. Se le camere non dispongono di servizi igienici, ne deve essere disponibile, nelle vicinanze della stanza, almeno uno sullo stesso piano. Il numero di stanze accessibili in ogni struttura ricettiva deve essere di almeno due fino a 40 o frazione di 40, aumentato di altre due ogni 40 stanze o frazione di 40 in più.
 - nelle unità immobiliari sedi di culto - deve essere accessibile almeno una zona riservata ai fedeli per assistere alle funzioni religiose;
 - nelle unità immobiliari sedi di attività aperte al pubblico - devono essere accessibili gli eventuali spazi di relazione nei quali il cittadino entra in rapporto con la funzione ivi svolta ed almeno un servizio igienico. Nelle unità immobiliari sedi di attività aperte al pubblico, di superficie netta inferiore a 250 m², il requisito della visitabilità si intende soddisfatto se sono accessibili gli spazi di relazione, caratterizzanti le sedi stesse, nelle quali il cittadino entra in rapporto con la funzione ivi svolta;
 - nei luoghi di lavoro sedi di attività non aperte al pubblico e non soggette alla normativa sul collocamento obbligatorio - è sufficiente che sia soddisfatto il solo requisito dell'adattabilità;
 - negli edifici residenziali unifamiliari ed in quelli plurifamiliari privi di parti comuni - è sufficiente che sia soddisfatto il solo requisito dell'adattabilità.

- **Adattabilità** - Per adattabilità si intende la possibilità di modificare nel tempo lo spazio costruito a costi limitati, allo scopo di renderlo completamente ed agevolmente fruibile anche da parte di persone con ridotta o impedita capacità motoria o sensoriale. In ogni unità immobiliare devono essere adattabili tutte le parti per le quali non è stata prevista l'accessibilità e/o la visitabilità. Per gli edifici residenziali privi di parti comuni e per sedi di luoghi di lavoro non aperti al pubblico e non soggette alla normativa sul collocamento obbligatorio è sufficiente che sia garantito il solo requisito di adattabilità.

16.2. PRESCRIZIONI PARTICOLARI PER GLI IMPIANTI ELETTRICI

I componenti dell'impianto elettrico devono rispondere a specifici requisiti relativamente alla loro ubicazione. Interruttori, campanelli, pulsanti di comando, citofoni, prese a spina installati nelle parti comuni devono essere collocati in posizione comoda, protetti dagli urti e facilmente individuabili (ad es. il pulsante di comando luce scale da prevedere in ogni pianerottolo che potrebbe essere del tipo con spia luminosa) ed utilizzabili, anche in condizioni di scarsa illuminazione, dalle persone disabili.

Nella figura 19 sono raccolte le altezze di installazione consigliate riprese anche dalla Guida CEI 64-50.

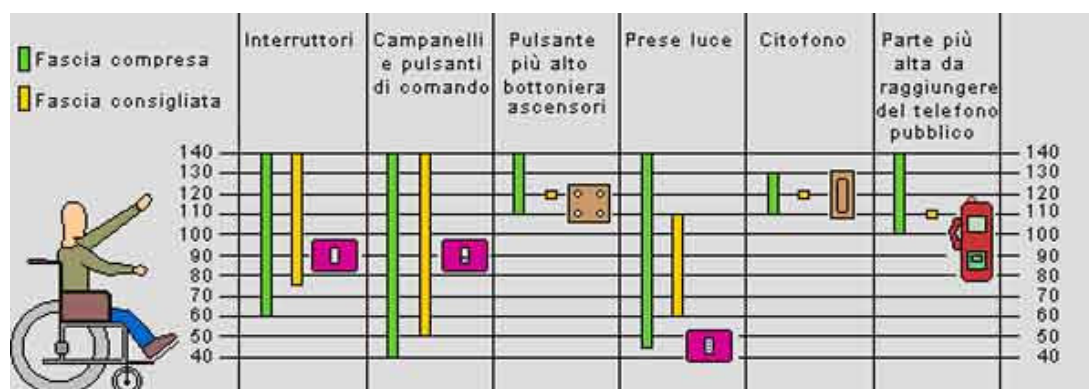


Fig.19 - Ubicazione delle apparecchiature elettriche per l'abbattimento delle barriere architettoniche

In particolare le strutture ricettive (alberghi, pensioni, villaggi turistici, campeggi, ecc.) devono avere almeno un servizio igienico fruibile anche da parte di persone disabili per tutte le parti e i servizi comuni (sala pranzo, sala riunioni, ecc).

I servizi igienici fruibili anche da parte di persone disabili devono essere dotati, in prossimità della vasca da bagno e del wc, di un campanello di allarme (fig. 20).

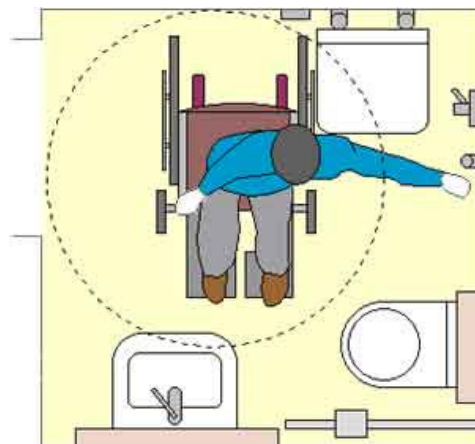


Fig.20 - I servizi igienici fruibili anche da parte di persone disabili devono essere dotati, in prossimità della vasca da bagno e del wc, di un campanello di allarme.

La suoneria deve essere collocata possibilmente in un luogo presidiato (ad esempio nella reception) o comunque in un locale dove sia consentita un'immediata ricezione del segnale di richiesta di soccorso inviato.

17. VERIFICHE

Per verifica si intende (Norma CEI 64-8/6) l'insieme di operazioni mediante le quali si vuole comprovare la rispondenza dell'impianto alle norme di sicurezza e alla legge.

Le verifiche iniziali sono espressamente richieste dalla legge 46/90 relativamente alla dichiarazione di conformità e devono essere svolte scrupolosamente secondo i dettami delle diverse Norme CEI. Successivamente alle verifiche iniziali, si effettuano le verifiche periodiche, per accertare che le condizioni iniziali di sicurezza non siano mutate e, in occasione di sostanziali modifiche o ampliamenti all'impianto, le verifiche straordinarie. La periodicità delle verifiche è stabilita dalle Norme CEI specifiche e, ove mancassero indicazioni precise, la frequenza può essere stabilita in considerazione delle condizioni di conduzione dell'impianto (stato di conservazione dell'impianto). Le modalità e i risultati delle verifiche, ove non esplicitamente richiesto, è opportuno che siano raccolti e pubblicati in appositi registri nei quali saranno dettagliatamente riportati anche gli eventuali difetti impiantistici riscontrati.

Sostanzialmente ogni verifica consiste in due distinte operazioni l'una imprescindibile dall'altra: l'esame a vista e le prove

17.1. ESAME A VISTA

L'esame a vista è propedeutico alle prove e può essere di due tipi:

- esame a vista ordinario
- esame a vista approfondito

L'esame a vista ordinario deve accertare che i componenti siano, conformemente alle relative Norme, correttamente scelti ed installati e che non presentino danneggiamenti evidenti. Consiste nell'ispezione di tutti i materiali impiegati per identificarne eventuali difetti visibili a colpo d'occhio, come ad esempio rotture degli involucri, fissaggi non eseguiti a regola d'arte, assenza di targhette identificative ecc..

L'esame a vista approfondito consiste in un'ispezione più accurata nella quale, avvalendosi di opportuni attrezzi, si vogliono evidenziare difetti quali ad esempio errati collegamenti, morsetti allentati, ecc..

Con l'esame a vista si deve verificare che:

- sia garantita l'efficienza dei collegamenti dei componenti l'impianto di terra ed equipotenziali principali e supplementari (conduttori, dispersori, nodi equipotenziali, ecc..). I conduttori per la messa a terra devono essere nudi oppure identificabili per mezzo del colore giallo-verde;
- il conduttore di neutro sia di colore blu chiaro;
- vi sia presenza della documentazione attestante le parti dell'impianto non visibili come ad esempio dispersori o collegamenti ai ferri di armatura non ispezionabili;
- l'impianto di terra ed equipotenzialità sia correttamente dimensionato e siano adottate adeguate protezioni meccaniche contro il danneggiamento degli elementi costituenti;
- siano presenti ed adeguatamente identificati i collegamenti equipotenziali principali e del o dei nodi principali di terra;
- siano presenti ed adeguatamente identificati i collegamenti equipotenziali supplementari realizzati nei locali a maggior rischio elettrico (locali da bagno, locali ad uso medico, ecc..) o per quelle parti d'impianto (sistemi TT, TN, IT) in cui le protezioni non interrompono l'alimentazione nel tempo richiesto;
- sia assicurato il coordinamento tra impianto di terra e relativi dispositivi di protezione contro i contatti indiretti;
- sia idonea la scelta dei cavi in funzione della portata e del grado di isolamento richiesto e che i cavi siano protetti dai sovraccarichi e dai cortocircuiti;
- siano stati utilizzati componenti idonei all'ambiente di installazione;
- sia garantito il sezionamento dei circuiti e, ove richiesto, il comando di emergenza.
- siano presenti gli opportuni schemi elettrici nei quadri installati;
- siano presenti le barriere tagliafuoco;
- siano idonee tutte le giunzioni elettriche effettuate;
- siano separati fisicamente i vari impianti a tensione di isolamento diversa.

17.2. PROVE, MISURE E VERIFICHE TECNICHE

Con le prove si intende accertare, mediante appropriate misure, la rispondenza dell'impianto alle Norme CEI.

Gli impianti di nuova costruzione devono essere sempre verificati ed i controlli possono essere totali o a campione quando le installazioni presentano caratteristiche simili e sono realizzate in grande quantità (ad esempio apparecchi illuminanti, prese a spina, ecc..).

Negli impianti preesistenti i controlli hanno invece lo scopo di accertare l'esistenza di un livello di sicurezza accettabile in relazione alle innovazioni normative e/o tecniche del momento.

Si rendono pertanto necessarie le seguenti prove, misure e/o verifiche:

- verifica della continuità dei conduttori di protezione ed equipotenziali;
- verifica della resistenza di isolamento dell'impianto;
- prova funzionale degli interruttori differenziali;
- verifica e misura in veri punti dell'anello di guasto;
- prove di tensione applicata;
- prove funzionali dei vari circuiti elettrici;
- misure di verifica della caduta di tensione;
- misura della resistenza di terra;
- prove di polarità;
- verifica funzionale della protezione contro gli effetti termici.

Prima di qualsiasi altro controllo del sistema di protezione è raccomandabile effettuare la prova di continuità dei conduttori di terra, protezione, equipotenziali principali e secondari. Si intende con tale prova accertare l'integrità dei collegamenti dell'impianto di terra (non deve essere misurata la resistenza dei circuiti) a partire dai dispersori fino alle masse e masse estranee. Per la prova deve essere impiegato uno strumento in grado di fornire almeno 0,2 A con una tensione a vuoto compresa tra 4 V e 24 V in c.c. o in c.a. Il controllo deve essere effettuato:

- tra il dispersore (se accessibile) ed il collettore di terra;
- tra i vari collettori di terra;
- quando necessario, tra i conduttori di protezione (PE) ed i conduttori equipotenziali (EQ), in presenza di giunzioni o derivazioni, per individuare possibili discontinuità;
- tra le masse ed i collettori di terra;
- tra le masse estranee fra di loro e verso le masse.

17.3. VERIFICHE PERIODICHE

Il datore di lavoro ha, nei confronti della sicurezza degli impianti, alcuni obblighi riassunti nella tabella seguente:

Rif. Legislativo Definizione

Rif. Legislativo	Definizione
DPR 462/2001	Il datore di lavoro deve provvedere alla denuncia, all'omologazione e alle successive verifiche degli impianti di messa a terra che possono essere effettuate esclusivamente da soggetti abilitati a tale scopo. Tali verifiche avranno periodicità non superiori a cinque anni (ovvero due anni nei casi di terra artificiale o luoghi non ordinari).
D.Lgs. 81/08 Art. . 86	Il datore di lavoro provvede affinché gli impianti elettrici e gli impianti di protezione dai fulmini, siano periodicamente sottoposti a manutenzione e controllo secondo le indicazioni delle norme di buona tecnica e la normativa vigente per verificarne lo stato di conservazione e di efficienza ai fini della sicurezza.

Obblighi del Datore di Lavoro

Inoltre, al fine di mantenere la funzionalità e la sicurezza dell'impianto, è consigliabile effettuare altre verifiche con la seguente periodicità:

- ogni sei mesi il funzionamento degli interruttori di protezione e differenziali (tasto di prova);
- ogni anno il funzionamento delle apparecchiature di emergenza e sicurezza (compresi gli apparecchi autonomi di illuminazione di sicurezza);
- ogni due anni la verifica dell'efficienza dell'impianto di terra;
- ogni tre anni un esame a vista dell'intero impianto;
- ogni tre anni un controllo dell'integrità degli isolamenti e delle connessioni;
- ogni tre anni una prova di continuità a campine (circa 20%);
- ogni tre anni la prova strumentale degli interruttori differenziali.