

Committente :

COMUNE DI CESATE
Città Metropolitana di Milano
Via Don O. Moretti, 10

Progetto :

IMPIANTI ELETTRICI E SPECIALI
A SERVIZIO DI NUOVO CENTRO
POLIFUNZIONALE SITO NEL COMUNE DI
CESATE - VIA ARNO

IE	Progetto Impianti Elettrici	
P	Planimetria	
S	Schemi	
R	Relazioni e Computi	

Elaborato N.

22342_IE.R01

Scala

1:50

Descrizione elaborato:

IMPIANTI ELETTRICI:
RELAZIONE TECNICA DEGLI IMPIANTI ELETTRICI

Data

01.12.2022

Livello di progetto:

ESECUTIVO



Per. Ind. Giancarlo Cavazzoni

6					
5					
4					
3					
2					
1					
0	01/12/2022	Emissione	C.A.	C.A.	C.A.
Rev	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato

Via F. Gualerzi, 8 - 42124 Reggio Emilia - ITALIA
Tel. +39.0522.334141 - Fax +39.0522.558833
Indirizzo E-mail: info@cavazzoniassociati.it

cavazzoni
associati
engineering

RELAZIONE DI PROGETTO PER IMPIANTO ELETTRICO

CENTRO POLIFUNZIONALE

Numero commessa: 22342

COMUNE DI CESATE

01/04/2014

Il tecnico

SOMMARIO

1.	GENERALITA'	5
1.1	<i>Tipo e ubicazione dell'immobile</i>	<i>5</i>
2.	FORNITURA.....	6
2.1	<i>Fornitura bassa tensione - sistema TT.....</i>	<i>7</i>
2.2	<i>Prescrizioni Sistema TT.....</i>	<i>11</i>
3.	CARATTERISTICHE GENERALI DEI QUADRI ELETTRICI	29
3.1	<i>Quadro Generale</i>	<i>31</i>
3.1.1	<i>Quadro elettrico QCON Quadro contatore.....</i>	<i>33</i>
3.2	<i>Quadri di reparto, di zona o di piano</i>	<i>37</i>
3.2.1	<i>Quadro elettrico QE.G Quadro Elettrico Generale.....</i>	<i>38</i>
4.	CONDUTTURE ELETTRICHE.....	42
4.1	<i>Cavi di energia - Giugno 2017</i>	<i>43</i>
4.2	<i>Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Gennaio 2014</i>	<i>49</i>
4.3	<i>Sistemi di canali e condotti e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi – Gennaio 2014</i>	<i>50</i>
4.4	<i>Sistemi di canali e di condotti a pavimento – Gennaio 2014.....</i>	<i>50</i>
4.5	<i>Sistemi di passerelle portacavi e loro accessori – Gennaio 2014</i>	<i>51</i>
4.6	<i>Colonne e torrette a pavimento – Gennaio 2014.....</i>	<i>53</i>
4.7	<i>Cassette di derivazione e giunzione – Gennaio 2015</i>	<i>53</i>
5.	DISTRIBUZIONE GENERALE	54
5.1	<i>Sezionamento e comando.....</i>	<i>55</i>
5.2	<i>Protezione contro i contatti diretti ed indiretti</i>	<i>56</i>
5.3	<i>Protezione delle condutture contro le sovracorrenti</i>	<i>63</i>
	<i>Impianto di terra.....</i>	<i>70</i>
5.4	<i>Condutture Elettriche – Maggio 2014</i>	<i>79</i>
5.5	<i>Sezioni minime – Luglio 2008.....</i>	<i>96</i>
5.6	<i>Coefficienti di utilizzazione - contemporaneità e caduta di tensione.....</i>	<i>100</i>
5.7	<i>Selettività d'intervento dei dispositivi di protezione</i>	<i>103</i>
6.	APPARECCHI DI PROTEZIONE, COMANDO E SEZIONAMENTO	105
6.1	<i>Interruttori di manovra - sezionatori modulari per correnti nominali fino a 63 A con o senza fusibili.....</i>	<i>106</i>
6.2	<i>Interruttori differenziali modulari per uso domestico e similare -Settembre 2014.....</i>	<i>107</i>
6.3	<i>Interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e similare – Dicembre 2015</i>	<i>108</i>
6.4	<i>Interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente – Gennaio 2014.....</i>	<i>109</i>
6.5	<i>Limitatori di sovratensione (SPD) – Marzo 2013.....</i>	<i>110</i>
6.6	<i>Basi portafusibili e fusibili.....</i>	<i>115</i>
7.	COMPONENTI ELETTRICI (SERIE CIVILI) PER USO DOMESTICO E SIMILARE.....	116
7.1	<i>Serie civile componibile per installazione fissa per uso domestico e similare</i>	<i>117</i>
7.2	<i>Scatole da incasso per apparecchi della serie civile – Novembre 2015</i>	<i>119</i>
7.3	<i>Contenitori da parete per apparecchi della serie civile - ambienti ordinari.....</i>	<i>119</i>
7.4	<i>Contenitori da parete per apparecchi della serie civile - ambienti speciali.....</i>	<i>119</i>
7.5	<i>Torrette portapparecchi della serie civile.....</i>	<i>121</i>
8.	CONTROLLO, VERIFICHE E COLLAUDO.....	122
8.1	<i>Verifica per la messa in servizio di un impianto elettrico.....</i>	<i>123</i>
8.2	<i>Collaudo</i>	<i>124</i>
8.3	<i>Obblighi ed oneri generali e speciali.....</i>	<i>128</i>
8.4	<i>Verifica della sovratemperatura dei quadri.....</i>	<i>134</i>
8.5	<i>Impianto di segnalazione per antintrusione.....</i>	<i>138</i>

8.6	Installazione degli impianti TVCC – Dicembre 2012.....	141
9.	ILLUMINAZIONE.....	142
9.1	Apparecchi di illuminazione – Aprile 2008	143
9.2	Apparecchi per illuminazione di emergenza – Aprile 2012.....	143
9.3	Apparecchi di illuminazione per moduli LED – Febbraio 2015.....	143
10.	AUTOMAZIONI EDIFICI E EFFICIENZA ENERGETICA (EE).....	146
10.1	Componenti per cablaggio strutturato (EE) - Aprile 2009.....	147
10.2	Cablaggio Strutturato (EE) – Marzo 2009	151
11.	APPARECCHIATURE DI SICUREZZA.....	155
11.1	Rivelatori di incendio.....	156
11.2	Centrale rivelazione incendio.....	157
11.3	Sensori di presenza IR passivi per usi domestici e simili - Ottobre 2009.....	157
12.	APPARECCHIATURE PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI.....	159
12.1	Componenti per impianti fotovoltaici (EE) – Ottobre 2015.....	160
12.2	Cavi elettrici per impianti fotovoltaici (EE) – Luglio 2010.....	162
12.3	Impianti fotovoltaici (EE) – Maggio 2013.....	171
13.	IMPIANTI ELETTRICI E DI SICUREZZA IN AMBIENTI SPECIFICI	174
13.1	Impianti elettrici in atri – corridoi – scale - Dicembre 2011.....	175
13.2	Locali da bagno e per doccia – Febbraio 2013.....	180
13.3	Impianto aspirazione bagni ciechi.....	185
13.4	Impianti illuminazione di emergenza - Ottobre 2010	186
14.	APPENDICE: TIPOLOGIE DI POSA DEI CAVI.....	190
15.	APPENDICE: CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CAVI E DELLE CONDUTTURE ..	192

1. GENERALITA'

1.1 Tipo e ubicazione dell'immobile

Lo stabilimento è ubicato in via Arno nel comune di Cesate (MI) .

2. FORNITURA

La fornitura rappresenta il punto di prelievo dell'energia elettrica per gli utenti passivi della rete di distribuzione.

Nel caso di utenti attivi, il punto di prelievo coincide con il punto di immissione verso la rete del distributore.

Riferimenti normativi

- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.

2.1 Fornitura bassa tensione - sistema TT

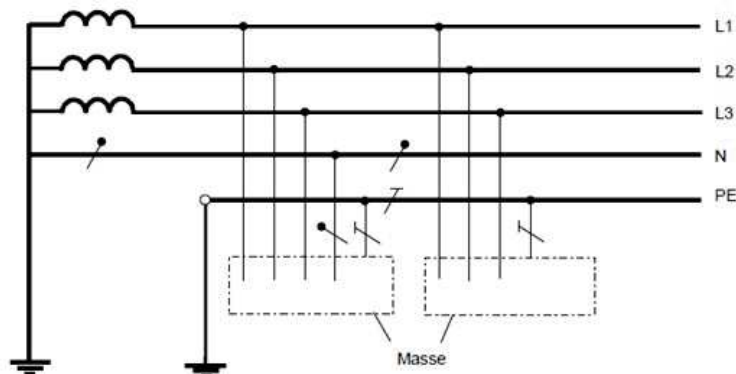
L'impianto sarà alimentato da una fornitura in bassa tensione.

Caratteristiche generali

Denominazione		
Potenza contrattuale	[kW]	-
Tensione di alimentazione	[V]	400
Sistema di alimentazione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Polarità		Quadripolare

Riferimento normativo Sistema TT:

- Norma CEI 64-8 Art. 312.2.2.2 - Il sistema TT ha solo un punto direttamente messo a terra e le masse dell'impianto sono collegate elettricamente ai dispersori separati da quelli del sistema di alimentazione



Correnti di cortocircuito all'origine dell'impianto

I valori delle correnti di cortocircuito nel punto di origine dell'impianto, assunte per l'esecuzione dei calcoli di progetto sono le seguenti:

Massima corrente di corto circuito trifase	[A]	16.000
Fattore di potenza della corrente di cortocircuito trifase		0,5
Massima corrente di corto circuito fase-neutro	[A]	9.600
Fattore di potenza della corrente di cortocircuito fase-neutro		0,5

Riferimenti normativi Corrente di cortocircuito massima nel punto di consegna:

- Norma CEI 64-8 - Per gli impianti alimentati in bassa tensione (230/440V) la Norma CEI 0-21 indica i valori delle correnti cortocircuito massime al punto di consegna. Tali valori possono essere impiegati per il dimensionamento dei dispositivi di protezione presenti nell'impianto dell'utente. I valori forniti dalla Norma in funzione del tipo di distribuzione prevista (trifase e/o monofase) e della potenza contrattuale, sono indicati nel seguente prospetto:

Fornitura	Potenza contrattuale	Corrente di cortocircuito	Fattore di potenza della corrente di cortocircuito
Trifase	fino a 33 kW	10 kA	0,5
Trifase	superiore a 33 kW	15 kA	0,3
Monofase (derivato da fornitura trifase)	---	6 kA	0,7
Monofase	---	6 kA	0,7

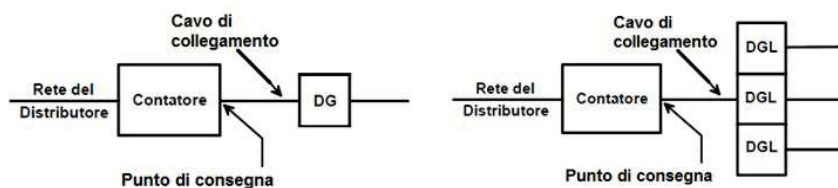
Se il punto di origine dell'impianto in progetto non corrisponde al punto di consegna, ma è collocato a valle di linee di alimentazione, le reali correnti di cortocircuito possono essere valutate in funzione delle caratteristiche delle linee presenti e quindi dalle impedenze che si trovano in serie con quelle di riferimento assunte a monte del punto di consegna.

Cavo di collegamento

Il collegamento tra il punto di consegna dell'energia del fornitore ed il primo dispositivo di protezione è di proprietà dell'utente e dovrà essere realizzato rispettando le prescrizioni normative indicate nella Norma CEI 0-21. Dovrà essere impiegata una conduttura in doppio isolamento di lunghezza non superiore a 3 metri.

Riferimenti normativi Cavo di collegamento:

- Norma CEI 0-21 Tratto di cavo di proprietà e pertinenza dell'Utente che collega il contatore o il sistema di misura con il primo(i) dispositivo(i) di protezione contro le sovracorrenti dell'utente (DG – dispositivo generale o DGL – dispositivo generale di linea).



- Protezione del cavo di collegamento (estratto): Salvo cavi di collegamento posati nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, la protezione contro sovraccarico può essere svolta dai dispositivi posti a valle del medesimo cavo (DG – dispositivo generale ovvero DGL – dispositivo generale di linea, in numero non superiore a tre)

La protezione contro il cortocircuito del cavo di collegamento può essere omessa se sono verificate contemporaneamente le condizioni di cui all'art. 473.2.2.1 della Norma CEI 64-8; in particolare, il cavo di collegamento:

- deve avere una lunghezza non superiore a 3 m
- deve essere installato in modo da ridurre al minimo il rischio di cortocircuito
- non deve essere posto in vicinanza di materiale combustibile né in impianti situati in luoghi a maggior rischio in caso di incendio o con pericolo di esplosione

Potenza impiegata dall'impianto

Dall'analisi dei carichi definiti nell'impianto in progetto risultano le seguenti potenze:

Potenza totale dei carichi installati nell'impianto	[kW]	39
Potenza contemporanea stimata erogata dall'impianto	[kW]	35
Fattore di contemporaneità risultante	[%]	0,904

Potenza massima di progetto

Potenza massima erogabile dall'impianto	[kW]	35
---	------	----

Resistenza di terra

La resistenza di terra dell'impianto impiegata per la verifica della protezione contro i contatti indiretti è la seguente:

Resistenza dell'impianto di terra a cui è collegato l'impianto elettrico in progetto	[Ω]	10
--	--------------	----

Massima caduta di tensione all'interno dell'impianto

I calcoli di progetto sono stati effettuati in modo da garantire in tutto l'impianto un valore massimo della caduta di tensione, calcolata a partire dal punto di origine dell'impianto in progetto, sino a ciascuno dei carichi alimentati.

Caduta di tensione massima ammessa nell'impianto	[%]	4
--	-----	---

Riferimenti normativi Caduta di tensione negli impianti utilizzatori:

- Norma CEI 64-8 Si raccomanda che la caduta di tensione non superi, in qualsiasi punto dell'impianto utilizzatore e col relativo carico di progetto, il 4% della tensione nominale solo in mancanza di specifiche indicazioni da parte del committente.

Calcolo della caduta di tensione

Il calcolo della caduta di tensione in ogni punto dell'impianto è stato eseguito applicando la seguente formula:

$$\Delta V = K \times I \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

Dove:

I = corrente di impiego I_B (oppure la corrente di taratura I_n espressa in A)

R_l = resistenza (alla TR) della linea in Ω/km (valutata in funzione della reale corrente che percorre il conduttore)

X_l = reattanza della linea in Ω/km

K = 2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi

L = lunghezza della linea in km

Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

Dove:

T_R = è la temperatura a regime espressa in $^{\circ}\text{C}$

T_Z = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in $^{\circ}\text{C}$

T_A = è la temperatura ambiente espressa in $^{\circ}\text{C}$

n = è il rapporto tra la corrente d'impiego I_B e la portata I_z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata per l'esecuzione dei calcoli (UNEL 35024:70, IEC 364-5-523, UNEL 35024/1, UNEL 35026)

2.2 Prescrizioni Sistema TT

MISURE DI PROTEZIONE

Protezione contro i contatti indiretti

Interruzione automatica dell'alimentazione

La protezione contro i contatti indiretti dovrà essere assicurata tramite interruzione automatica dell'alimentazione per mezzo di interruttori differenziali installati sui quadri di distribuzione opportunamente coordinati all'impianto di terra. Tutta la parte di impianto a monte dei primi interruttori differenziali dovrà essere realizzata impiegando il doppio isolamento. Le caratteristiche del collegamento a terra del sistema sono specificate nel capitolo relativo all'impianto di terra.

Componenti di classe II

In alternativa al coordinamento fra impianto di messa a terra e dispositivi di protezione attiva, la protezione contro i contatti indiretti può essere realizzata adottando macchine e apparecchi con isolamento doppio o rinforzato per costruzione o installazione: apparecchi di Classe II. In uno stesso impianto questo tipo di protezione può coesistere con la protezione mediante messa a terra. È vietato collegare intenzionalmente a terra le parti metalliche accessibili delle macchine, degli apparecchi e delle altre parti dell'impianto di Classe II.

Protezione contro i contatti diretti

La protezione contro i contatti diretti dovrà realizzata tramite isolamento delle parti attive tramite involucri con livello di protezione adeguato al luogo di installazione, e tali da non permettere il contatto con le parti attive se non previo smontaggio degli elementi di protezione con l'ausilio di attrezzi. La presenza degli interruttori differenziali all'origine delle linee costituirà una protezione aggiuntiva.

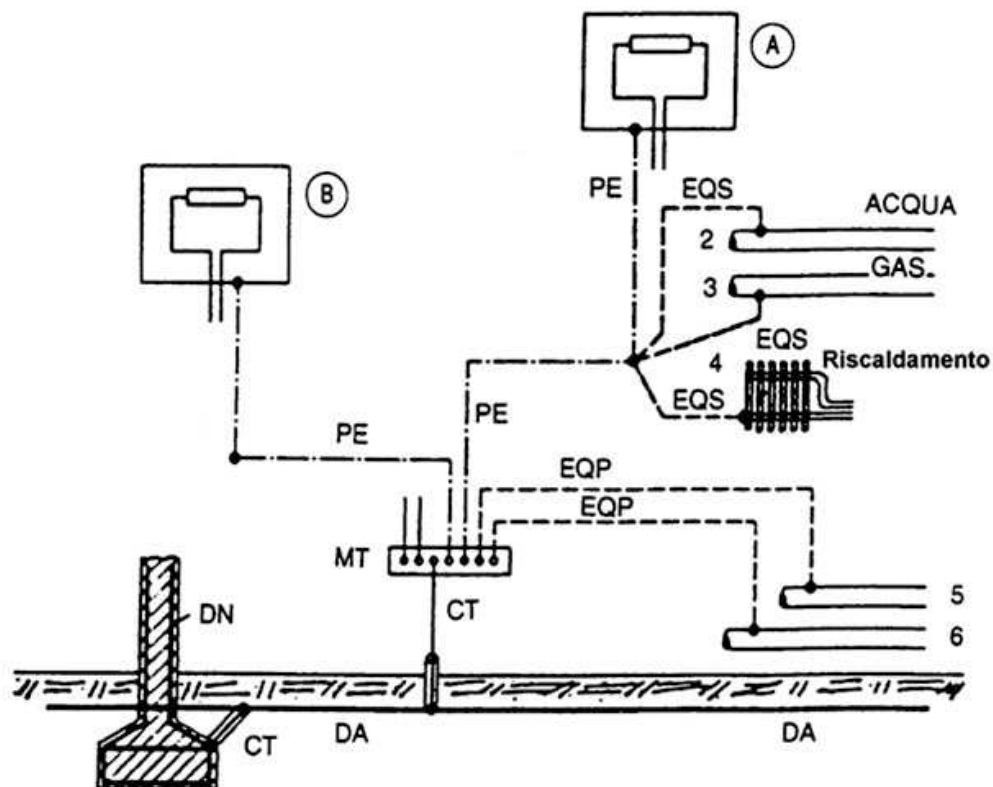
Protezione contro le sovracorrenti

La protezione delle linee contro le sovracorrenti dovrà essere assicurata da interruttori automatici (o da fusibili) installati sui quadri di distribuzione. È generalmente prevista la protezione dai sovraccarichi per tutte le linee di distribuzione o terminali. Eventuali eccezioni, dove permesse dalla norma, sono indicate nella documentazione allegata al progetto.

IMPIANTO DI TERRA

Per impianto di terra si intende l'insieme dei seguenti elementi:

- dispersori
- conduttori di terra
- collettore o nodo principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali



DA:	Dispersore intenzionale
DN:	Dispersore naturale (di fatto)
CT:	Conduttore di terra (tratto di conduttore non in contatto elettrico con il terreno)
MT:	Collettore (o nodo) principale di terra
PE:	Conduttore di protezione
EQP:	Conduttori equipotenziali principali
EQS:	Conduttori equipotenziali supplementari (per es. in locale da bagno)
A-B	Masse
2,3,4,5,6	Masse estranee

Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V c.a.

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la Norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario" (CEI 64-12); nelle pagine seguenti si riassumono le principali prescrizioni relative agli impianti di bassa tensione.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico. A detto impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).

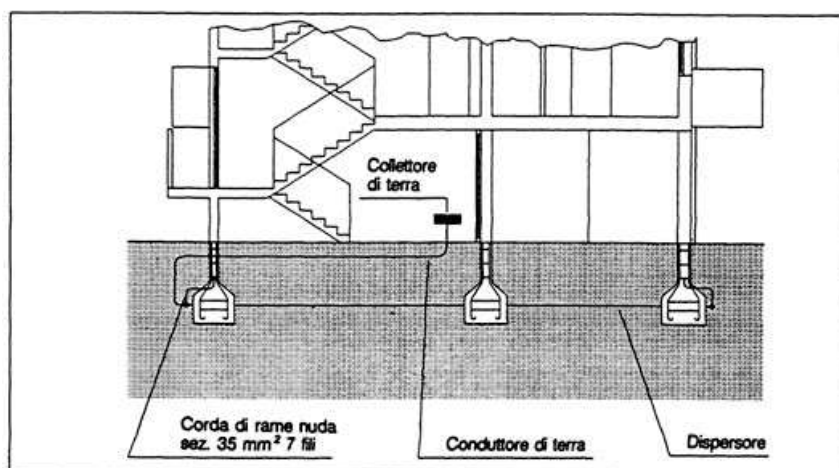
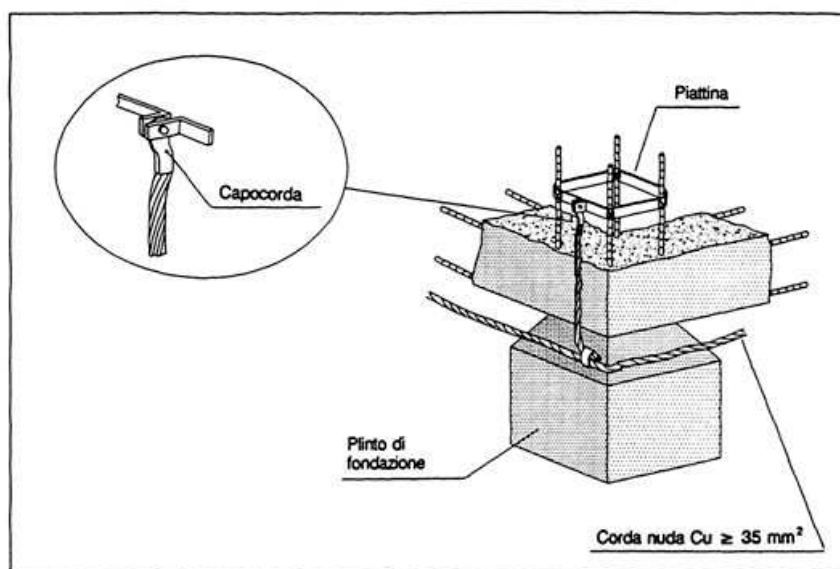
L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi della costruzione e con le dovute caratteristiche. Infatti alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente (ed economicamente) solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione dei dispersori di fatto (ferri del cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

Elementi dell'impianto di terra*Dispersore*

Il dispersore è il componente che permette di disperdere le correnti che possono fluire verso terra. È generalmente costituito da elementi metallici, ad esempio: tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre le cui dimensioni e caratteristiche sono specificate dalla Norma CEI 64-8.

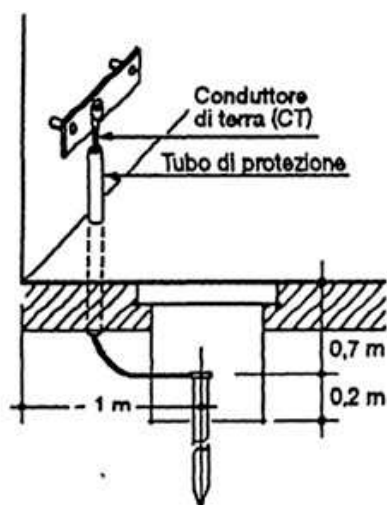
È economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori (naturali) i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Esempio di collegamento dei dispersori naturali:

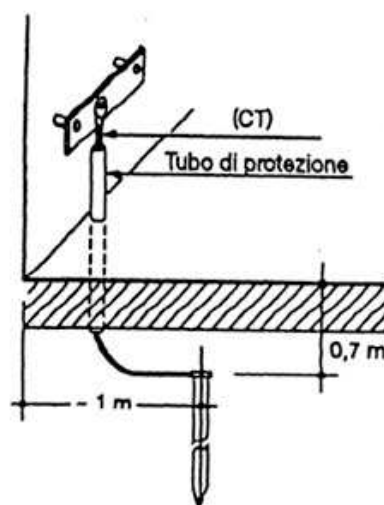


Quando si realizzano dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione ed alla profondità dei dispersori. È preferibile che gli elementi disperdenti siano collocati all'esterno del perimetro dell'edificio.

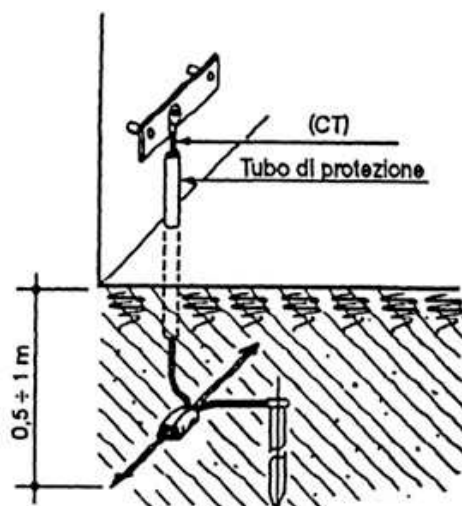
Esempi di dispersori intenzionali:



Picchetto alloggiato in pozzetto con coperchio



Picchetto interrato direttamente
(senza pozzetto)



Combinazione di picchetti ed elementi orizzontali. Il collegamento deve essere realizzato mediante morsetto a pressione con viti (evitando il taglio del conduttore)

Conduttori di terra

Sono definiti conduttori di terra i conduttori che collegano i dispersori al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro. Sono generalmente costituiti da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori di terra devono essere affidabili ed avere caratteristiche che ne permettano una buona conservazione ed efficienza nel tempo, devono quindi essere resistenti ed adatti all'impiego.

Per la realizzazione dei conduttori di terra possono essere impiegati:

- corde, piattine
- elementi strutturali metallici inamovibili

I conduttori di terra devono rispettare le seguenti sezioni minime:

Tipo di conduttore	Sezione minima del conduttore di terra
Con protezione contro la corrosione ma non meccanica	16 mm ²
Senza protezione contro la corrosione	25 mm ² in rame 50 mm ² in ferro
Con protezione contro la corrosione e con protezione meccanica	Sezione del conduttore di protezione

Collettore (o nodo) principale di terra

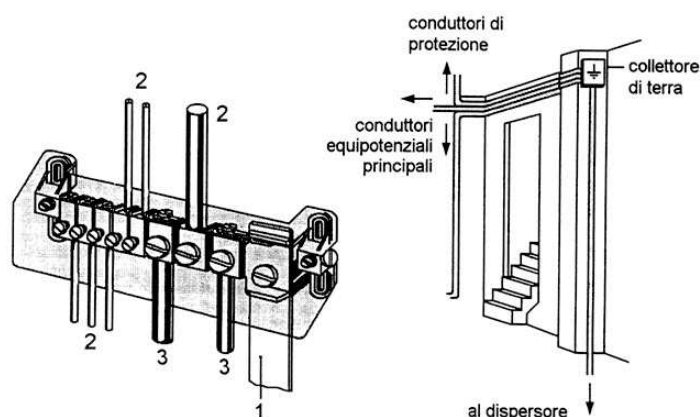
In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

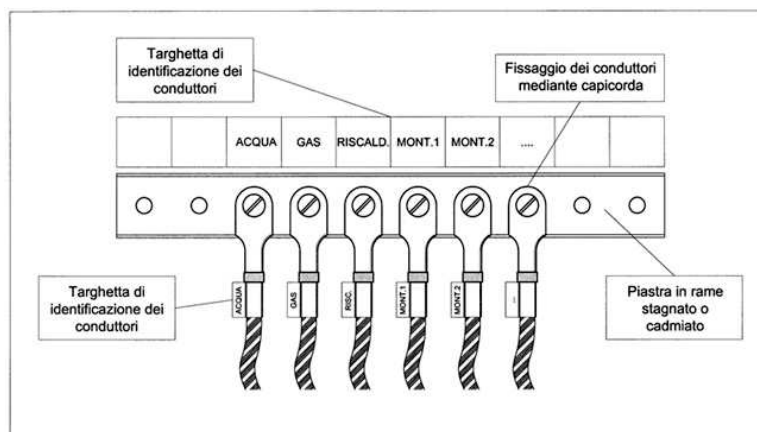
- il conduttore di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali principali
- l'eventuale conduttore di messa a terra di
- un punto del sistema (in genere il neutro)
- le masse dell'impianto MT

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

Esempi di nodo principale di terra:



- 1 - Conduttore di terra proveniente dal dispersore
- 2 - Conduttori di protezione
- 3 - Conduttori equipotenziali principali

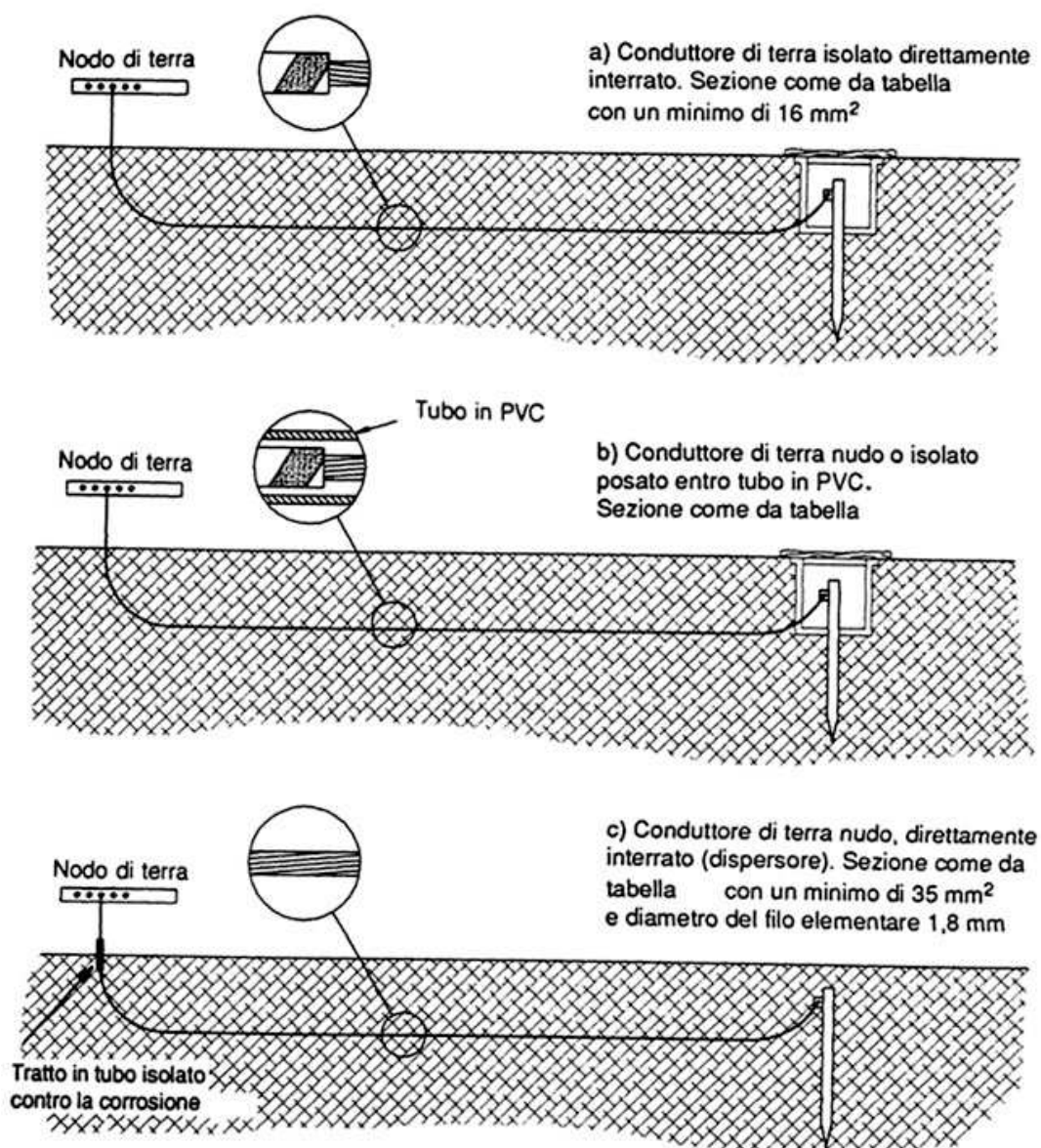


Conduttori di protezione

I conduttori di protezione devono essere distribuiti, insieme ai conduttori attivi, a tutte le masse ed ai poli di terra delle prese di corrente. Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno avere una sezione coordinata con i conduttori di fase ad essi associati secondo la seguente tabella:

Sezione del conduttore di fase S (mm ²)	Sezione minima del conduttore di protezione S_{pe} (mm ²)
$S \leq 16$	$S_{pe} = S$
$16 < S \leq 35$	$S_{pe} = 16$
$S > 35$	$S_{pe} = S/2$

Sezione minima dei conduttori di terra interrati:



Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali principali e supplementari devono avere le sezioni indicate nelle tabelle che seguono.

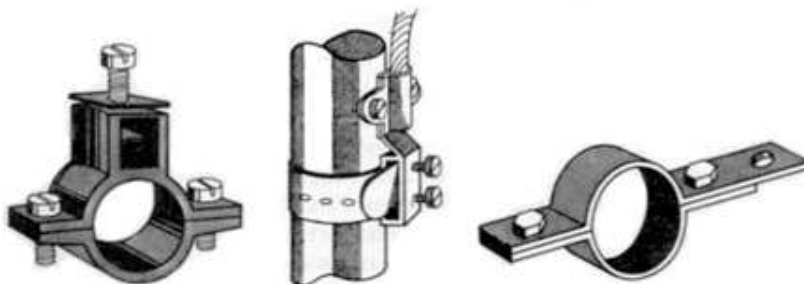
Sezione del conduttore di protezione (mm^2)	Sezione del conduttore equipotenziale principale (mm^2)
S	Minimo 6 mm^2

<i>Tipo di connessione</i>	<i>Sezione del conduttore di protezione (mm²)</i>	<i>Sezione minima del conduttore equipotenziale supplementare S_b</i>
<i>Tra due masse (M1 ed M2)</i>	S_{PE1} ed S_{PE2} (con $S_{PE1} \leq S_{PE2}$)	$S_b \geq S_{PE1}$
<i>Tra massa e massa estranea</i>	S_{PE}	$S_{PE}/2$
<i>Tra due masse estranee</i>	2.5 mm ² con protezione meccanica 4 mm ² senza protezione meccanica	
<i>Tra massa estranea e impianto di terra</i>		

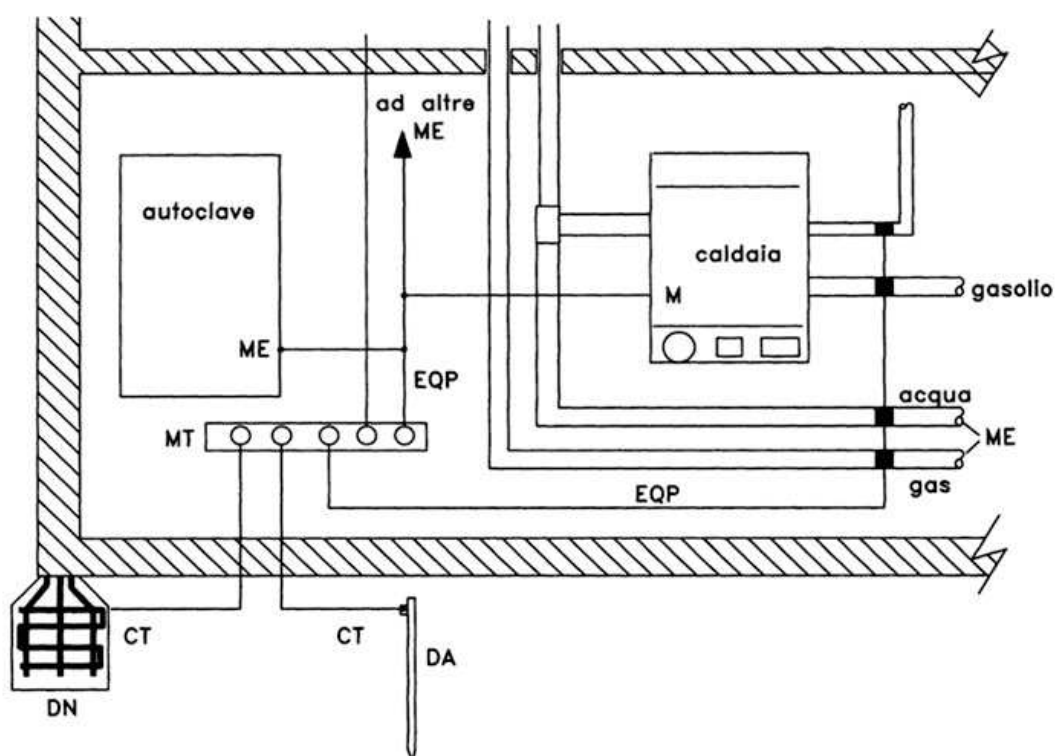
Collegamento equipotenziale principale

Alla base dell'edificio tutte le masse estranee (tubazioni metalliche) devono essere connesse al nodo principale di terra mediante cavi in rame, realizzando in tal modo il collegamento equipotenziale principale

Esempi di morsetti per la connessione delle tubazioni:

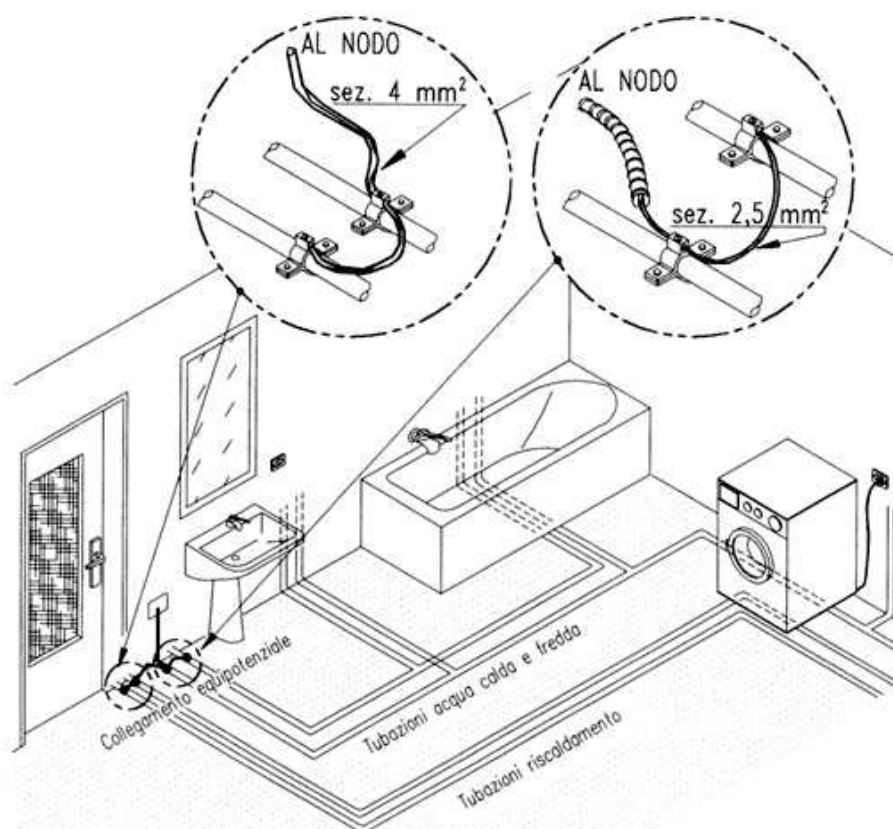


Schema generale dei collegamenti:



- ME: Massa estranea
 MT: Collettore o nodo principale di terra
 CT: Conduttore di terra
 DN: Dispersore naturale
 DA: Dispersore artificiale
 M: Massa
 EQP: Conduttore equipotenziale principale

Collegamento equipotenziale supplementare nel locale bagno-doccia:



Prescrizioni generali

L'impianto di terra deve essere collegato a tutte le utenze alimentate per le quali è previsto il sistema di protezione per interruzione dell'alimentazione. Viceversa è vietato collegare a terra le utenze alimentate per separazione elettrica o a bassissima tensione di sicurezza.

L'intero complesso edilizio deve essere dotato di un sistema di dispersione unico.

Definizioni

Massa - Parte conduttrice facente parte dell'impianto elettrico che non è in tensione in condizioni ordinarie di isolamento ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale e che può essere toccata (Ad es. scaldacqua, quadro elettrico metallico, carcasse di elettrodomestici, ecc.)

Massa estranea - Parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra (Ad es. acquedotto, gronde, ecc.)

Resistenza dell'impianto di terra

Negli impianti alimentati con sistema TT, la resistenza dell'impianto di terra dovrà risultare idonea al coordinamento con gli interruttori differenziali installati, secondo la relazione:

$$R_T \leq 50/I_{dn}$$

Ad esempio $R_T \leq 1666 \Omega$ quando è installato un interruttore differenziale da 30 mA.

Nel caso di ambienti particolari, come i locali medici, le piscine o le stalle, la relazione è la seguente:

$$R_T \leq 25/I_{dn}$$

Dove:

R_T è la resistenza dell'impianto di terra

I_{dn} è la corrente nominale di intervento dell'interruttore differenziale

È comunque consigliabile di predisporre l'impianto di terra in modo da ottenere valori di resistenza inferiori al limite teorico calcolabile con la formula riportata sopra.

Nota: Si ricorda che il limite di 20Ω (previsto dal DPR 547/55) è superato dalle prescrizioni normative riportate sopra.

PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACORRENTI

Il progetto delle misure di protezione contro le sovracorrenti è stato eseguito considerando le possibili condizioni di sovraccarico e cortocircuito.

Protezione contro i sovraccarichi

Riferimenti normativi:

- Norma CEI 64-8 Art. 433.2 - Coordinamento tra conduttori e dispositivi di protezione

La verifica della protezione contro i sovraccarichi è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$I_f \leq 1,45 I_z$$

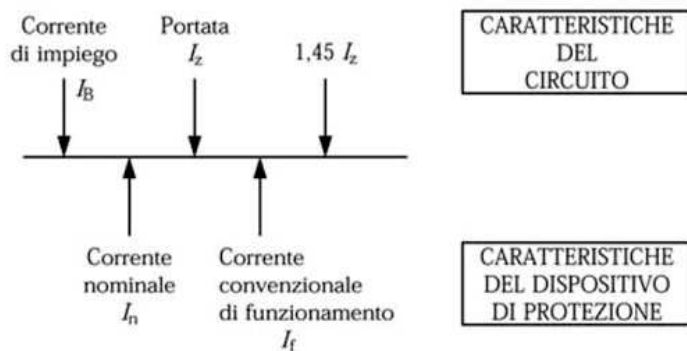
Dove:

I_b = Corrente di impiego del circuito

I_n = Corrente nominale del dispositivo di protezione

I_z = Portata in regime permanente della conduttura in funzione del tipo di cavo e del tipo di posa del cavo

I_f = Corrente di funzionamento del dispositivo di protezione



Protezione contro i cortocircuiti

Riferimenti normativi:

- Norma CEI 64-8 Art. 434.3 - Caratteristiche dei dispositivi di protezione contro i cortocircuiti

La verifica della protezione contro i cortocircuiti nell'impianto in è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$$I_{cc}Max \leq p.d.i. \quad I^2t \leq K^2 S^2$$

Dove:

$I_{cc}Max$ = Corrente di corto circuito massima

$p.d.i.$ = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

I^2t = Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

K = Coefficiente della conduttura utilizzata

115 per cavi isolati in PVC

135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica

143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

S = Sezione della conduttura

Correnti di cortocircuito all'interno dell'impianto

Nei vari punti dell'impianto le correnti di cortocircuito sono calcolate considerando le impedenze delle condutture, in accordo a quanto prescritto dalla norma CEI 11-25 e dalla guida CEI 11-28.

Riferimenti normativi

- Norma CEI 11-25, Guida CEI 11-28

Corrente di cortocircuito trifase

$$I_{k3F} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

Corrente di cortocircuito fase-fase

$$I_{k\text{ FF}} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

K = 2

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{\text{fase}}^2 + \sum X_{\text{fase}}^2}$$

Corrente di cortocircuito fase-neutro

Dove:

U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

K = $\sqrt{3}$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{\text{fase}} + \sum R_{\text{neutro}})^2 + (\sum X_{\text{fase}} + \sum X_{\text{neutro}})^2}$$

Fattore di tensione e resistenza dei conduttori

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda del tipo di corrente di cortocircuito che si intende calcolare. In funzione di questi parametri si ottengono pertanto i valori massimo ($I_k \text{ MAX}$) e minimo ($I_k \text{ min}$), per ciascun tipo di corrente di guasto calcolata (trifase, fase-fase, fase-neutro).

I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	$I_k \text{ MAX}$	$I_k \text{ min}$
C Fattore di tensione	1	0.95
R Resistenza	$R_{20^\circ\text{C}}$	$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{^\circ\text{C}} (\theta_e - 20^\circ\text{C}) \right] R_{20^\circ\text{C}}$ (Guida CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la $R_{20^\circ\text{C}}$ è la resistenza dei conduttori a 20°C e θ_e è la temperatura scelta per stimare l'effetto termico della corrente di cortocircuito. Il valore di riferimento è 145°C (come indicato nell'esempio di calcolo della guida CEI 11-28)

Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori

Il calcolo viene effettuato in funzione delle utenze identificate come Utenze motore e in funzione dei coefficienti di contemporaneità impostati.

$$Z_{mot} = 0.25 * \left(\frac{U^2}{kVA_{mot}} \right)$$

$$R_{mot} = Z_{mot} * 0.6$$

$$X_{mot} = \sqrt{Z_{mot}^2 - R_{mot}^2}$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{fase}} + \frac{1}{R_{mot}}}$$

$$X_t = \frac{1}{\frac{1}{X_{fase}} + \frac{1}{X_{mot}}}$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$I_k = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Dove:

Z_{mot} = è l'impedenza in funzione dei motori predefiniti

R_{mot} = è la resistenza in funzione dei motori predefiniti

X_{mot} = è la reattanza in funzione dei motori predefiniti

Verifica del potere di chiusura in cortocircuito

(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_P \leq I_{CM}$$

Dove:

I_P = è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)

I_{CM} = è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta I_P è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_P = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K^{II}$$

Dove:

I_K^{II} = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

K_{CR} = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 * R_{cc} / X_{cc}}$$

Il valore di I_p può tuttavia essere limitato da apparecchiature installate a monte che abbiano una caratteristica di limitazione del picco (valore letto dall'archivio apparecchiature).

Il valore di I_{CM} è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} * n$$

Dove:

I_{CU} = è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito

n = coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata

Estratto dalla Tabella 2 – Rapporto n tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata):

Potere di interruzione in cortocircuito kA valore efficace	Fattore di potenza	Valore minimo del fattore n $n = \frac{\text{potere di chiusura in cortocircuito}}{\text{potere di interruzione in corto circuito}}$
$4,5 < I \leq 6$	0,7	1,5
$6 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

Verifica dei condotti sbarre

(Norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-2)

$$I_p \leq I_{PK}$$

$$I^2t \leq I_{CW}^2$$

Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta I_p è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove:

I_K'' = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

K_{CR} = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 * R_{cc} / X_{cc}}$$

Verifica della tenuta del condotto sbarre

$$I^2t \leq I_{CW}^2$$

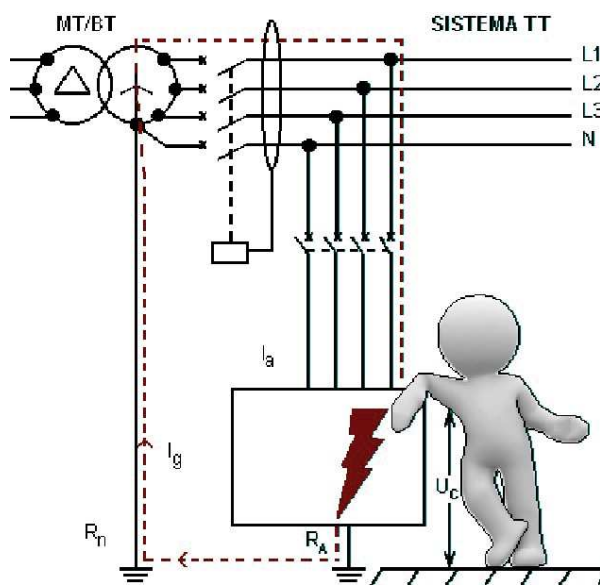
Dove:

I^2t = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I^2t della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

I_{CW}^2 = corrente ammissibile di breve durata (1s) sopportata dal condotto sbarre

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

Nei vari punti dell'impianto le condizioni di protezione contro i contatti indiretti sono state verificate secondo quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8 Art. 413.1.4.2



Riferimenti normativi

- Norma CEI 64-8 – Art. 413.1.4.2

La protezione contro i contatti indiretti è verificata positivamente quando è soddisfatta la condizione:

$$R_E \times I_{dn} \leq U_L$$

Dove:

R_E = è la resistenza del dispersore in ohm;

I_{dn} = è la corrente nominale differenziale in ampere;

U_L = tensione di contatto limite convenzionale (50V per ambienti ordinari; 25V per ambienti particolari)

Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

3. CARATTERISTICHE GENERALI DEI QUADRI ELETTRICI

I quadri elettrici sono componenti dell'impianto elettrico che costituiscono i nodi della distribuzione elettrica, principale e secondaria, per garantire in sicurezza la gestione dell'impianto stesso, sia durante l'esercizio ordinario, sia nella manutenzione delle sue singole parti.

Nei quadri elettrici sono contenute e concentrate le apparecchiature elettriche di sezionamento, comando, protezione e controllo dei circuiti di un determinato locale, zona, reparto, piano, ecc.

In generale i quadri elettrici vengono realizzati sulla base di uno schema o elenco delle apparecchiature con indicate le caratteristiche elettriche dei singoli componenti con particolare riferimento alle caratteristiche nominali, alle sezioni delle linee di partenza e alla loro identificazione sui morsetti della morsettiera principale.

La costruzione di un quadro elettrico che consiste nell'assemblaggio delle strutture e nel montaggio e cablaggio delle apparecchiature elettriche all'interno di involucri o contenitori di protezione, deve essere sempre fatta seguendo le prescrizioni delle normative specifiche.

Grado di protezione dell'involucro

Il grado di protezione degli involucri dei quadri elettrici è da scegliersi in funzione delle condizioni ambientali alle quali il quadro è sottoposto. Detta classificazione è regolata dalla Norma CEI EN 60529 (CEI 70-1) che identifica nella prima cifra la protezione contro l'ingresso di corpi solidi estranei e nella seconda la protezione contro l'ingresso di liquidi. Si ricorda che comunque il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

Forme di segregazione

Nei quadri di rilevante potenza e in genere dove sono presenti sistemi di sbarre, in funzione delle particolari esigenze gestionali dell'impianto (es. manutenzione), la protezione contro i contatti con parti attive può essere realizzata con particolari forme di segregazione dei diversi componenti interni come descritto di seguito:

- Forma 1 = nessuna segregazione; per sostituire un componente bisogna togliere tensione all'intero quadro.
- Forma 2 = segregazione delle sbarre principali dalle unità funzionali. Nella forma 2a i terminali per i conduttori esterni non sono separati dalle sbarre, mentre nella forma 2b i terminali sono separati; per sostituire un componente bisogna togliere tensione all'intero quadro.
- Forma 3 = segregazione delle sbarre principali dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, con l'eccezione dei loro terminali di uscita. Nella forma 3a i terminali per i conduttori esterni non sono separati dalle sbarre, mentre nella forma 3b i terminali sono separati. Con questa forma è possibile sostituire un'unità funzionale (se estraibile o rimovibile) senza togliere tensione al quadro.

- Forma 4 = segregazione delle sbarre dalle unità funzionali e segregazione di tutte le unità funzionali l'una dall'altra, compresi i terminali di collegamento per i conduttori esterni che sono parte integrante dell'unità funzionale. Nella forma 4a i terminali sono compresi nella stessa cella dell'unità funzionale associata, mentre nella forma 4b i terminali non sono nella stessa cella dell'unità funzionale associata, ma in spazi protetti da involucro o celle separati. Oltre a quanto previsto per la forma 3, con questa forma è possibile sostituire una linea in partenza senza togliere tensione all'intero quadro

Allacciamento delle linee e dei circuiti di alimentazione

I cavi e le sbarre in entrata e uscita dal quadro possono attestarsi direttamente sui morsetti degli interruttori. E' comunque preferibile nei quadri elettrici con notevole sviluppo di circuiti, disporre all'interno del quadro stesso di apposite morsettiere per facilitarne l'allacciamento e l'individuazione.

Targhe

Ogni quadro elettrico deve essere munito di apposita targa, nella quale sia riportato almeno il nome o il marchio di fabbrica del costruttore, un identificatore (numero o tipo), che permetta di ottenere dal costruttore tutte le informazioni indispensabili, la data di costruzione e la norma di riferimento (es. CEI EN 61439-2).

Identificazioni

Ogni quadro elettrico deve essere munito di proprio schema elettrico nel quale sia possibile identificare i singoli circuiti, i dispositivi di protezione e comando, in funzione del tipo di quadro, le caratteristiche previste dalle relative Norme.

Ogni apparecchiatura di sezionamento, comando e protezione dei circuiti deve essere munita di targhetta indicatrice del circuito alimentato con la stessa dicitura di quella riportata sugli schemi elettrici.

Predisposizione per ampliamenti futuri

Per i quadri elettrici è bene prevedere la possibilità di ampliamenti futuri, predisponendo una riserva di spazio aggiuntivo pari a circa il 20% del totale installato.

Caratteristiche elettriche

Le caratteristiche degli apparecchi installati nei quadri elettrici dipendono dallo sviluppo progettuale degli impianti e devono essere determinate solo dopo aver definito il numero delle condutture (linee) e dei circuiti derivati, la potenza impegnata per ciascuno di essi e le particolari esigenze relative alla manutenzione degli impianti.

3.1 Quadro Generale

E' il quadro che si trova all'inizio dell'impianto e precisamente a valle del punto di consegna dell'energia. Quando il distributore di energia consegna in MT, il quadro che si trova immediatamente a valle dei trasformatori MT/BT di proprietà dell'utente viene definito "Power center". Le caratteristiche degli involucri per i quadri generali di BT devono essere conformi a quelle descritte nel paragrafo sottostante "Armadi e involucri per quadri generali".

I quadri generali, in particolare quelli con potenze rilevanti, devono essere installati in locali dedicati accessibili solo al personale autorizzato. Per quelli che gestiscono piccole potenze e per i quali si utilizzano gli involucri descritti nei paragrafi sottostanti "Armadi e contenitori per quadri di piano, di zona o generali per BT" è sufficiente assicurarsi che l'accesso alle singole parti attive interne sia adeguatamente protetto contro i contatti diretti e indiretti e gli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc. siano accessibili solo con l'apertura di portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente.

Armadi e involucri per quadri generali

Gli armadi e gli involucri devono essere costruiti in lamiera e devono permettere la realizzazione di quadri aventi le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.

Armadi e contenitori per quadri di piano, di zona o generali per BT

Gli armadi e i contenitori devono permettere la realizzazione di quadri di piano o di zona o generali per piccola distribuzione aventi le seguenti caratteristiche.

Riferimenti normativi:

- CEI 23-49 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
- CEI EN 62208 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali.
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.
- CEI EN 60439-3 (CEI 17-13/3) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso - Quadri di distribuzione (ASD).
- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.

Il quadro deve corrispondere allo schema che deve essere allegato.

Nota: Nel caso di un quadro generale dei servizi comuni, esso deve essere ubicato in luogo appositamente predisposto e chiuso a chiave, accessibile solo a personale autorizzato. Se questo non fosse possibile (es. ubicato nel locale contatori o nel sotto scala), i dispositivi di comando e/o protezione devono essere accessibili solo da un portello apribile con chiave.

3.1.1 Quadro elettrico QCON Quadro contatore

Descrizione generale

È prevista la fornitura in opera del quadro individuato dalle seguenti caratteristiche, completo di apparecchiature come indicato negli schemi di riferimento:

Prefisso	QCON
Denominazione	Quadro contatore
Schema unifilare	QCON Q-0001
Numero di condutture in uscita dal quadro	1

Alimentazione del quadro

Prefisso e descrizione del quadro a monte	-
Sigla e descrizione dell'interruttore da cui parte la linea di alimentazione	F C-0 - 1
Sezione della linea di alimentazione	---
Lunghezza della linea di alimentazione	--- m
Caratteristiche della linea di alimentazione (*)	---

(*) La descrizione è composta da quattro elementi:

- 1) Valore K (per determinazione K^2S^2), in funzione del tipo di isolamento
- 2) Tipo di posa – Secondo Norma CEI 64-8
- 3) Temperatura dell'ambiente in cui è posata la conduttura
- 4) Coefficiente di riduzione della portata per condutture adiacenti

Caratteristiche tecniche

I parametri di riferimento per la progettazione e realizzazione del quadro sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	400
Tensione di isolamento	[V]	
Corrente nominale	[A]	66,4
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	16
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[A]	15.732
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	12,929
Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[A]	9.407
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	10,205
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 00
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	30

Protezione di backup degli interruttori

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup

0

Protezione da valle delle condutture

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle

0

Condutture in doppio isolamento

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento

1

Condutture non protette contro i sovraccarichi

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi

0

Condutture non protette contro i cortocircuiti

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i cortocircuiti

0

Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea I_B non superi 80% della corrente nominale I_n del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali $I_B > 80\% I_n$	0
--	---

Protezione contro le sovratensioni

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	SI
---	----

Sistema di rifasamento

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO
--	----

Modalità di installazione

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	---
Posizione	Far riferimento agli schemi planimetrici

3.2 Quadri di reparto, di zona o di piano

Installati a valle del quadro generale o dei quadri secondari di distribuzione, provvedono alla protezione, sezionamento, controllo dei circuiti utilizzatori previsti nei vari reparti, zone, ecc., compresi i quadri speciali di comando, regolazione e controllo di apparecchiature particolari installate negli ambienti.

Per la realizzazione di questi quadri devono essere utilizzati gli involucri descritti nei paragrafi sottostanti “Armadi, contenitori per quadri di distribuzione di piano, di zona o generali per BT” e “Contenitori (centralini) in materiale isolante per unità abitativa”. L’accesso alle singole parti attive interne deve essere protetto contro i contatti diretti e indiretti, e l’accesso agli organi di sezionamento, comando, regolazione ecc., mediante portelli provvisti di chiave o attrezzo equivalente, deve essere valutato in funzione delle specifiche esigenze.

Armadi e contenitori per quadri di piano, di zona o generali per BT

Gli armadi e i contenitori devono permettere la realizzazione di quadri di piano o di zona o generali per piccola distribuzione aventi le seguenti caratteristiche.

Riferimenti normativi:

- CEI 23-49 - Involucri per apparecchi per installazioni elettriche fisse per usi domestici e simili - Parte 2: Prescrizioni particolari per involucri destinati a contenere dispositivi di protezione ed apparecchi che nell’uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.
- CEI EN 62208 - Involucri vuoti per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione - Prescrizioni generali.
- CEI EN 61439-1 (CEI 17-113) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali.
- CEI EN 61439-2 (CEI 17-114) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza.
- CEI EN 61439-3 (CEI 17-116) - Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni (DBO).

Si ricorda che comunque il grado di protezione per le superfici superiori orizzontali accessibili non deve essere inferiore a IP4X o IPXXD.

Contenitori (centralini) in materiale isolante per unità abitativa

I contenitori (centralini) sono realizzati in materiale isolante, in esecuzione da parete o da incasso, provvisti o meno di portello in funzione delle necessità.

I contenitori devono consentire la realizzazione di centralini per unità abitativa aventi le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI 23-51 - Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

Il quadro deve poter contenere apparecchi modulari con unità modulari da 17,5 mm e suoi multipli.

3.2.1 Quadro elettrico QE.G Quadro Elettrico Generale

Descrizione generale

È prevista la fornitura in opera del quadro individuato dalle seguenti caratteristiche, completo di apparecchiature come indicato negli schemi di riferimento:

Prefisso	QE.G
Denominazione	Quadro Elettrico Generale
Schema unifilare	QE.G Q-0002
Numero di condutture in uscita dal quadro	21

Alimentazione del quadro

Prefisso e descrizione del quadro a monte	QCON - Quadro contatore
Sigla e descrizione dell'interruttore da cui parte la linea di alimentazione	QCON C-1 - Linea generale
Sezione della linea di alimentazione	1(5G35)
Lunghezza della linea di alimentazione	50 m
Caratteristiche della linea di alimentazione (*)	143/8M61_/25/1,14

(*) La descrizione è composta da quattro elementi:

- 1) Valore K (per determinazione K^2S^2), in funzione del tipo di isolamento
- 2) Tipo di posa – Secondo Norma CEI 64-8
- 3) Temperatura dell'ambiente in cui è posata la conduttura
- 4) Coefficiente di riduzione della portata per condutture adiacenti

Caratteristiche tecniche

I parametri di riferimento per la progettazione e realizzazione del quadro sono i seguenti:

Sistema di distribuzione		TT
Frequenza	[Hz]	50
Tensione di esercizio	[V]	400
Tensione di isolamento	[V]	
Corrente nominale	[A]	66,4
Massima corrente di cortocircuito nel punto di installazione del quadro	[kA]	5,934
Corrente cortocircuito trifase sulle sbarre	[A]	5.907
Valore della corrente di picco trifase sulle sbarre	[kA]	7,697
Corrente cortocircuito fase-neutro sulle sbarre	[A]	3.106
Valore della corrente di picco fase-neutro sulle sbarre	[kA]	4,484
Materiale		
Forma di segregazione		Forma 1
Grado di protezione		IP 00
Temperatura ambiente (luogo di installazione)	[°C]	30

Protezione di backup degli interruttori

Numero di dispositivi che impiegano la protezione di backup

0

Protezione da valle delle condutture

Numero di condutture in uscita dal quadro che sono protette contro il sovraccarico da valle

0

Condutture in doppio isolamento

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali è richiesto il doppio isolamento

0

Condutture non protette contro i sovraccarichi

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i sovraccarichi

0

Condutture non protette contro i cortocircuiti

Numero di condutture in uscita dal quadro per le quali (a progetto) non è richiesta la protezione contro i cortocircuiti

0

Rapporto tra corrente di carico e corrente nominale

La Norma CEI EN 61439 stabilisce che l'esecuzione di verifiche per i quadri impiegando metodi di calcolo, la corrente di carico di una linea I_B non superi 80% della corrente nominale I_n del dispositivo di protezione.

Numero di dispositivi di protezione per i quali $I_B > 80\% I_n$	0
--	---

Protezione contro le sovratensioni

Nel quadro è presente almeno un dispositivo di protezione contro le sovratensioni	SI
---	----

Sistema di rifasamento

Nel quadro è presente un apparato di rifasamento	NO
--	----

Modalità di installazione

Tipo di installazione	Quadro addossato a parete
Denominazione	---
Posizione	Far riferimento agli schemi planimetrici

4. CONDUTTURE ELETTRICHE

4.1 Cavi di energia - Giugno 2017

I cavi per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, posa, tensione, comportamento al fuoco e sollecitazioni esterne e devono essere selezionati in accordo alle seguenti normative:

Requisiti generali - Riferimenti normativi:

- CEI-UNEL 00722 - Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV.
- CEI UNEL 00721 - Colori di guaina dei cavi elettrici.
- CEI UNEL 00725 - (EN 50334) - Marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici.
- CEI-UNEL 35024/1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria".
- CEI-UNEL 35024/2 - "Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria".
- CEI-UNEL 35026 - "Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata - o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Generalità per la posa in aria ed interrata".
- CEI 16-1 - Individuazione dei conduttori isolati.
- CEI 20-21 (serie) Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente.
- CEI 11-17 - (Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo).
- CEI 20-40 (HD 516) - (Guida per l'uso di cavi a bassa tensione).
- CEI 20-67 - (Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV).
- CEI 20-89 - (Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di Media Tensione).

Cavo tipo A (I Categoria) = Cavi con guaina per tensioni nominali $U_0/U = 300/500$, 450/750 e 0,6/1 kV - Riferimenti normativi:

- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
- CEI-UNEL 35375 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa – Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35376 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi – Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.

- CEI-UNEL 35377 - Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI UNEL 35382 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI UNEL 35383 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI UNEL 35384 - Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI 20-14 - Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV.
- CEI-UNEL 35754 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC – Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35755 - Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35756 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35757 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari per posa fissa con conduttori flessibili, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI 20-19 - Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-20 - Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi - LSOH.
- CEI-UNEL 35369 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI-UNEL 35370 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI-UNEL 35371 - Cavi per comandi e segnalazioni, isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6/1 kV – LSOH.

- IMQ CPT 007 - Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V – FROR 450/750 V.
- IMQ CPT 049 - Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH) – Tensione Nominale U_0/U non superiore a 450/750 V – FM9OZ1 - 450/750 V – LSOH.

Cavo tipo B= Cavi senza guaina per tensione nominale $U_0/U = 450/750V$ -Riferimenti normativi:

- CEI 20-20/3 - Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi senza guaina per posa fissa.
- CEI-UNEL 35752 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio – Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U_0/U : 450/750 V.
- CEI-UNEL 35753 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio – Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi- Tensione nominale U_0/U : 450/750 V.
- CEI-UNEL 35368 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U_0/U : 450/750 V.
- IMQ CPT 035 - Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale U_0/U non superiore a 450/750 V.

Cavo tipo C = Cavi resistenti al fuoco - Riferimenti normativi

- CEI 20-39 - Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V.
- CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U_0/U di 0,6/1 kV – LSOH.

Cavo tipo D (II Categoria) = Cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV - Riferimenti normativi:

- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
- IEC 60502 - IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV)

Tipo di impiego

I cavi delle linee di energia devono essere del tipo indicato nella seguente tabella:

UTILIZZATORI	CAVO TIPO
Morsetti lato BT del trasformatore Sistema TN	A
Morsetti del contatore (a valle) Sistema TT	A o B
Montanti	A o B
Distribuzione principale (dal quadro generale)	A o B
Distribuzione secondaria (dai quadri derivati)	A e B
Utilizzatori: a) interni b) esterni c) centrali tecnologiche	B/C AA o B o C

Cavo tipo A = Cavi con guaina per tensioni nominali con $U_0/U = 300/500, 450/750$ e $0,6/1$ kV.

I cavi con tensione U_0/U inferiore a $0,6/1$ kV sono adatti per la posa in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato (es.: centrale di riscaldamento, illuminazione esterna, elevatori, cucine, ecc.). I cavi con tensione $U_0/U = 0,6/1$ kV sono adatti per essere utilizzati oltre che per le installazioni sopraindicate anche per la posa interrata.

L'unico cavo con tensione inferiore a $0,6/1$ kV che può essere interrato è il tipo H07RN8-F ($U_0/U 450/750$ V) appositamente studiato per posa con presenza d' acqua.

Cavo tipo B = Cavi senza guaina per tensione nominale $U_0/U = 450/750$ V.

Questi tipi di cavo sono adatti solo per la posa in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato.

Cavo tipo C = Cavi con guaina resistenti al fuoco.

Questi tipi di cavo sono adatti per quelle condizioni in cui sia necessario garantire che l'impianto elettrico rimanga in servizio anche se coinvolto da un incendio (es. scale mobili, pompe antincendio, evacuatori di fumo, segnali di allarme, ecc.).

Cavo tipo D = Cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV.

Questi tipi di cavo sono adatti per posa fissa ed utilizzati nelle reti per la distribuzione di energia elettrica.

Comportamento al fuoco - Riferimenti normativi:

- CEI UNEL 35016 – Classi di Reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al Regolamento UE prodotti da costruzione (305/2011).
- CEI EN 50267-2-3 (CEI 20-37/2-3) Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi - Parte 2-3: Procedura di prova – Determinazione del grado di acidità (corrosività) dei gas dei cavi mediante il calcolo della media ponderata del pH e della conduttività.
- CEI EN 50399 (CEI 20-108) - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma – Apparecchiatura di prova, procedure e risultati.
- CEI EN 50575 (CEI 20-115) - Cavi per energia, controllo e comunicazioni – Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio.

- CEI EN 60332-1-2 (CEI 20-35/1-2) - Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato.
- CEI EN 60332-3 (CEI 20-22) - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio.
- CEI EN 60754-2 (CEI 20-37/2) - Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai cavi - Parte 2: Determinazione dell'acidità (mediante la misura del pH) e della conduttività.
- CEI EN 61034-2 (CEI 20-37/3-1) - Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite - Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni.
- CEI EN 13501-6 (UNI EN 13501-6) – Classificazione al fuoco dei prodotti e degli elementi da costruzione. Parte 6: Classificazione in base ai risultati delle prove di reazione al fuoco sui cavi elettrici.

Circa il comportamento al fuoco, i cavi elettrici possono essere distinti in 4 grandi famiglie secondo quanto riportato:

- a) Cavi non propaganti la fiamma, rispondenti alla Norma CEI 20 -35 (EN 60332-1), la quale verifica la non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale.
- b) Cavi non propaganti l'incendio, rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 60332-3), la quale verifica la non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio ed in posizione verticale in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 Kg/m oppure 5 Kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m).
- c) Cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi LSOH rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 60332-3) per la non propagazione dell'incendio e alle Norme CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034-2) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi.
- d) Cavi LSOH resistenti al fuoco rispondenti alle Norme (serie) CEI 20-36 (EN 50200-50362), la quale verifica la capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi.

La norma CEI 64-8 Sez.751 "Luoghi a maggior rischio in caso di incendio" riporta che, per i cavi, si deve valutare il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell'entità del danno probabile nei confronti di persone e/o cose, al fine di adottare opportuni provvedimenti. A tal fine sono considerati adatti i cavi senza alogeni (LSOH). Si ricorda che devono essere rispettate le condizioni riportate nella Norma CEI 64-8 art. 751.04.2.8 b).

E' vivamente consigliato, per accrescere la sicurezza di persone e cose, l'utilizzo di cavi di tipo non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative nelle quali le relative norme impianti non li prevedono come obbligatori (tipo LSOH).

Distinzione dei cavi

I cavi per energia sono distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

- a) La Norma CEI UNEL 00722 (HD 308) fornisce la sequenza dei colori delle anime (fino ad un massimo di 5) dei cavi multipolari flessibili e rigidi rispettivamente con e senza conduttore di protezione. Si applica indistintamente a cavi di tipo armonizzato (es. H07RN-F, H05VV-F) e a cavi di tipo nazionale (es. FG7OM1, ecc.).

Per tutti i cavi unipolari senza guaina “cordine” sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese.

Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione mentre il colore blu deve essere utilizzato per il conduttore di neutro.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo), bianco (polo negativo).

- b) La Norma CEI UNEL 00721 specifica la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione. Si applica a cavi unipolari e multipolari flessibili e rigidi con e senza conduttori di protezione. Questa colorazione è applicabile esclusivamente ai cavi rispondenti a norme Nazionali (es. FG7OR, FG7OM1, ecc.).

Indicazioni di sicurezza

Quando si fa uso dei colori si applicano le seguenti regole:

- a) il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità.*
- b) il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro; quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase, in tal caso detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone.*
- c) sono vietati i singoli colori verde e giallo.*

Per i cavi aventi un numero di anime superiore a 5 si utilizza il sistema della marcatura delle singole anime mediante iscrizione numerica in accordo alla Norma CEI UNEL 00725.

Questa marcatura consiste nel marcare, con un colore contrastante rispetto all'isolante, ogni anime del cavo - L'unica anima che non deve essere marcata è quella Giallo Verde.

Condizioni ambientali e di posa

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta installazione si rimanda alle indicazioni della Norma CEI 11-17, CEI 20-40, CEI 20-67 e 20-89.

Portate di corrente

Indicazioni sulle portate di corrente dei cavi sono fornite dalle seguenti Norme CEI-UNEL 35024/1, CEI-UNEL 35024/2, CEI-UNEL 35026, CEI UNEL 35027 e Norme CEI 20-21.

Le tipologie di cavo riportate non sono esaustive e devono essere integrate con quelle nelle Norme di prodotto del CEI CT 20.

4.2 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Gennaio 2014

I sistemi di tubi di protezione dei cavi devono essere scelti in base a criteri di resistenza meccanica e alle sollecitazioni che si possono verificare sia durante la posa o l'esercizio, ed avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

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

Classificazione normativa dei tubi

Le prestazioni dei tubi nelle suddette norme sono classificate con un sistema a 12 cifre. Ad ogni modo nella pratica ordinaria si utilizzano correntemente soltanto le prime 4 cifre (ad es. 3321), come indicato nei cataloghi dei costruttori.

Di seguito le prestazioni considerate dalla norma:

1. Prima cifra – resistenza alla compressione
2. Seconda cifra – resistenza all'urto
3. Terza cifra – campo di bassa temperatura
4. Quarta cifra – campo di alta temperatura
5. Quinta cifra – resistenza alla curvatura
6. Sesta cifra – caratteristiche elettriche
7. Settima cifra – protezione contro la penetrazione di corpi solidi (grado IP)
8. Ottava cifra – protezione contro la penetrazione dell'acqua (grado IP)
9. Nona cifra – resistenza alla corrosione
10. Decima cifra – resistenza alla trazione
11. Undicesima cifra – resistenza alla propagazione della fiamma
12. Dodicesima cifra – resistenza al carico sospeso

INDICAZIONI DI BUONA TECNICA

- Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi deve essere almeno 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm (6 mm solo per i tubi flessibili).
- Negli ambienti residenziali il diametro interno dei tubi deve essere almeno 1,5 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm. Inoltre, è richiesta la sfilabilità dei cavi.
- Negli ambienti speciali il diametro interno deve essere almeno 1,4 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm.
- Indipendentemente dai calcoli di cui sopra, è opportuno che il diametro interno sia maggiorato per consentire utilizzi futuri.

4.3 Sistemi di canali e condotti e loro accessori ad uso portacavi e/o portapparecchi – Gennaio 2014

I sistemi di canali e di condotti (canali a sezione non circolare senza coperchio di accesso alle parti attive) devono prevedere gli opportuni componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto in funzione dell'ambiente e delle sollecitazioni a cui sarà sottoposto, riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera.

Indicazioni per la sicurezza

- i coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8);
- il canale e le scatole di smistamento e derivazione a più vie devono poter garantire la separazione di differenti servizi.

Indicazioni di buona tecnica

- le prese telefoniche ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 120 mm dal pavimento finito;
- le prese elettriche di serie civili ospitate nel sistema di canalizzazione, devono risultare ad almeno 70 mm dal pavimento finito (CEI 64-8);
- il coefficiente di riempimento deve essere al massimo 0,5 per gli scomparti destinati a cavi per energia;
- il canale ad uso battiscopa installato, deve assicurare che i conduttori isolati / parti attive siano posizionati ad almeno 10 mm dal pavimento finito.

Riferimenti normativi:

- CEI EN 50085-1 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 50085-2-1- Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 2-1: Sistemi di canali e di condotti per montaggio a parete e a soffitto.

La seguente classificazione del sistema deve fornire le linee guida alla definizione dell'opportuno sistema di canali e condotti adatto alle funzioni garantite dall'impianto ed all'ambiente installativo.

4.4 Sistemi di canali e di condotti a pavimento – Gennaio 2014

I sistemi di canali e di condotti a pavimento devono prevedere i seguenti componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera:

- canale o condotto
- elementi di giunzione
- elementi di derivazione
- elementi di incrocio
- cassette e scatole a più servizi
- Vedi anche parte canali e condotti a parete/soffitto

Riferimenti normativi:

- CEI EN 50085-1 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 50085-2-2 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di canali e di condotti per montaggio sottopavimento, a filo pavimento o soprapavimento.

Indicazioni per la sicurezza

Gli elementi strutturali componenti il sistema devono essere componibili in modo da consentire la realizzazione di impianti a più servizi, anche fra loro separati.

Il sistema deve permettere la realizzazione dei seguenti impianti:

- ☐ elettrici
- ☐ telefonici
- ☐ ausiliari

La seguente classificazione del sistema deve fornire la linee guida alla definizione dell'opportuno sistema di canali e condotti adatto alle funzioni garantite dall'impianto ed all'ambiente installativo.

Grado di protezione assicurato dall'involucro secondo la EN 60529:1991

- Protezione contro la penetrazione dei corpi solidi estranei (minimo IP 20)

Nota: IP4X o qualsiasi grado di protezione superiore, non può essere dichiarato quando si basi sull'accostamento testa a testa o sulla precisione del taglio dell'elemento rettilineo del canale o del coperchio, senza che siano forniti componenti appositi o mezzi di montaggio o mezzi sigillanti addizionali forniti dal costruttore.

- Protezione addizionale contro l'accesso alle parti pericolose
- ☐ IPXX – C
- ☐ IPXX – D

Nota: IPXX – D non può essere dichiarato quando si basi sull'accostamento testa a testa o sulla precisione del taglio dell'elemento rettilineo del condotto, del canale o del coperchio, senza che siano forniti componenti appositi o mezzi di montaggio o mezzi sigillanti addizionali forniti dal costruttore.

4.5 Sistemi di passerelle portacavi e loro accessori – Gennaio 2014

I sistemi di passerelle portacavi devono prevedere i seguenti componenti, in modo da realizzare qualunque tipologia di impianto riducendo al minimo lavorazioni e adattamenti in opera:

- elemento rettilineo con o senza coperchio
- accessori di giunzione
- accessori di percorso con o senza coperchio
- elementi di sospensione/supporto

- elementi di continuità elettrica
- accessori complementari

Riferimenti normativi:

- CEI EN 61537 (2007-11 Ed. Seconda): Sistemi di canalizzazioni e accessori per cavi -Sistemi di passerelle porta cavi a fondo continuo e a traversini

Indicazioni di buona tecnica

Le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema Nel caso di coesistenza di circuiti di impianti diversi (telefonici, trasmissione dati, ecc.), devono essere previsti scomparti differenti utilizzando appositi separatori.

4.6 Colonne e torrette a pavimento – Gennaio 2014

Le colonne e le torrette da installare a pavimento devono avere le seguenti caratteristiche.

Riferimenti normativi:

- CEI EN 50085-1 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 50085-2-4 - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 2-4: Prescrizioni particolari per colonne e torrette.

4.7 Cassette di derivazione e giunzione – Gennaio 2015

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60670-1 - Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 60670-22 - Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e similari - Parte 22: Prescrizioni particolari per scatole e involucri di derivazione.

Indicazioni per la sicurezza

- *I coperchi devono essere rimossi solo con attrezzo; sono esclusi i coperchi con chiusura a pressione, per la cui rimozione si debba applicare una forza "normalizzata".*
- *Tutte le cassette devono poter contenere i morsetti di giunzione e di derivazione.*
- *Per cassette destinate a contenere circuiti appartenenti a sistemi diversi devono essere previsti opportuni setti separatori.*

Indicazioni di buona tecnica

Nelle cassette di derivazione lo spazio occupato dai morsetti e dai cablaggi non deve essere superiore al 50% del massimo disponibile. Tale requisito è obbligatorio nel caso di impianti elettrici situati in unità immobiliari ad uso residenziale situate all'interno dei condomini o di unità abitative mono o plurifamiliari.

Le cassette devono avere caratteristiche adeguate alle condizioni di impiego, e costruite in materiale isolante o metallico.

In particolare le cassette destinate ad essere installate in pareti cave, soffitti cavi, pavimenti cavi o mobilio devono essere costruite con un materiale in grado di resistere alla prova del filo incandescente realizzata ad un valore di 850 °C.

Devono poter essere installate a parete o ad incasso (sia in pareti piene che a doppia lastra con intercapedine) con sistema che consenta planarità e parallelismi.

Nella versione da parete, le scatole devono avere grado di protezione almeno IP40.

L'installazione al loro interno di altri componenti elettrici che normalmente dissipano una potenza non trascurabile è **ammessa solo se:**

- Le cassette sono dichiarate conformi alla Norma CEI 23-49 e.
- La potenza totale dissipata all'interno della cassetta moltiplicata per 1,2 è minore di quella dissipabile dalla cassetta stessa.
- Le cassette sono dotate di dispositivo di supporto adatto a sostenere tali dispositivi (es. barra DIN).

5. DISTRIBUZIONE GENERALE

5.1 Sezionamento e comando

La Norma CEI 64-8 contiene nel Capitolo IV, le prescrizioni relative al sezionamento e comando.

Deve essere previsto un interruttore su ogni circuito salvo casi particolari.

Nel sistema TT l'interruttore deve poter sempre sezionare anche il conduttore di neutro.

Nei sistemi TN-S il sezionamento del neutro può essere evitato nei circuiti trifase ma non nei circuiti terminali fase neutro con neutro protetto da dispositivo fusibile a monte.

Nei sistemi TN-C il conduttore PEN non deve mai essere sezionato; il sezionamento deve essere effettuato solo mediante dispositivo apribile con attrezzo per effettuare misure.

Nei quadri alimentati da due o più sorgenti deve essere prevista una scritta od un cartello ammonitore per avvertire della necessità di sezionare tutte le parti in tensione quando, per ragioni di manutenzione, si debba accedere alle parti attive.

Nei quadri di notevole dimensione può essere previsto in aggiunta alla scritta o ai cartelli ammonitori, un interblocco che ponga fuori tensione le parti a cui si deve accedere.

Si devono prevedere dispositivi per assicurare la scarica dell'energia accumulata (per esempio in condensatori).

Quando il dispositivo di sezionamento non è sotto il controllo dell'operatore si deve ad esempio ottemperare ad una delle seguenti prescrizioni:

- sistemazione in involucro chiuso a chiave
- sistemazione in involucro in locale chiuso a chiave
- blocchi meccanici
- scritta o altra opportuna segnaletica (questa misura di protezione è vietata negli ambienti ai quali abbia accesso il pubblico.)

Nota: Per ambienti e applicazioni particolari vedere le specifiche prescrizioni.

5.2 Protezione contro i contatti diretti ed indiretti

La Norma CEI 64-8 prevede varie misure di protezione contro i contatti diretti e indiretti. Per quanto riguarda gli impianti elettrici si rammentano le disposizioni dell'articolo 6 del DM 37/08.

PROTEZIONE MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE DI SICUREZZA E DI PROTEZIONE (SISTEMI SELV e PELV)

Per attuare questa protezione, che prevede una tensione ≤ 50 V in c.a. e ≤ 120 V in c.c., devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

- a) Alimentazione da:
 - trasformatore di sicurezza o altra sorgente con caratteristiche di isolamento simili
 - batteria
 - gruppo elettrogeno
- b) Circuiti così composti:
 - le parti attive e le masse non devono essere collegate a terra
 - elettricamente separati dagli altri circuiti
 - le prese a spina non devono essere intercambiabili con quelle degli altri sistemi né avere il contatto di terra (eccetto PELV per il solo contatto di terra)
- c) La protezione dai contatti indiretti non è richiesta
Prescrizioni riguardanti solo i circuiti PELV
Il circuito, a differenza del sistema SELV, presenta un punto collegato a terra, quindi si devono soddisfare le seguenti prescrizioni per la protezione contro i contatti diretti:
 - a) mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB
 - b) con isolamento capace di tenere 500 V per un minuto

PROTEZIONE MEDIANTE BASSISSIMA TENSIONE DI PROTEZIONE FUNZIONALE (SISTEMI FELV)

Quando si utilizza una tensione ≤ 50 V in c.a. o ≤ 120 V in c.c., e per ragioni funzionali non sono soddisfatte tutte le prescrizioni dei sistemi SELV e PELV, si devono adottare le seguenti protezioni:

Protezione contro i contatti diretti:

- mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB, o
- per superfici superiori orizzontali mediante involucri o barriere aventi grado di protezione non inferiore a IP4X o IPXXD, oppure
- con isolamento corrispondente alla tensione minima di prova richiesta per il circuito primario

Protezione contro i contatti indiretti

- mediante interruzione automatica con collegamento delle masse del circuito FELV al conduttore di protezione del sistema del primario
- in un sistema alimentato con la misura di protezione mediante separazione elettrica si devono collegare le masse del circuito FELV al conduttore equipotenziale isolato non collegato a terra
- le prese a spine devono avere il contatto di messa a terra

PROTEZIONE TOTALE

Protezione mediante isolamento delle parti attive:

- tutte le parti attive devono essere adeguatamente isolate
- l'isolamento deve essere rimosso solo mediante distruzione
- l'isolamento dei quadri elettrici deve soddisfare le relative Norme

Protezione mediante involucri o barriere

- gli involucri o le barriere devono assicurare un grado di protezione IP2X o IPXXB e per le superfici orizzontali superiori, a portata di mano, devono assicurare il grado IP4X o IPXXD

Quando è necessario aprire un involucro o rimuovere una barriera, ciò deve essere possibile solo:

- a) con uso di chiave o attrezzo
- b) se, dopo l'interruzione dell'alimentazione alle parti attive contro le quali le barriere o gli involucri offrono protezione, il ripristino dell'alimentazione sia possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura delle barriere o degli involucri stessi
- c) se, quando una barriera intermedia con grado di protezione non inferiore a IP2X o IPXXB protegge dal contatto con parti attive, tale barriera possa essere rimossa solo con l'uso di una chiave o attrezzo

PROTEZIONE PARZIALE

Protezione mediante ostacoli:

Possono essere rimossi senza l'uso di chiave o attrezzo ma devono essere fissati in modo tale da impedire la rimozione accidentale.

Gli ostacoli devono impedire:

- l'avvicinamento non intenzionale a parti attive
- il contatto non intenzionale con parti attive durante lavori sotto tensione

Protezione mediante distanziamento:

Parti simultaneamente accessibili a tensione diversa non devono essere a portata di mano.

PROTEZIONE ADDIZIONALE

L'uso di interruttori differenziali, con corrente differenziale nominale di intervento non superiore a 30 mA, è riconosciuto come protezione addizionale contro i contatti diretti in caso di insuccesso delle altre misure di protezione o di incuria da parte degli utilizzatori.

La protezione a mezzo di interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30$ mA è comunque richiesta nei seguenti impianti:

- domestici per circuiti di prese a spina fino a 20 A
- nel caso di circuiti che alimentano prese a spina fino a 32 A destinate ad apparecchi mobili usati all'esterno

devono essere considerati come protezione aggiuntiva contro i contatti diretti e da impiegare unitamente ad una delle altre misure di protezione totale o parziale.

PROTEZIONE CON IMPIEGO DI COMPONENTI DI CLASSE II O CON ISOLAMENTO EQUIVALENTE (isolamento doppio o rinforzato)

Questa misura si basa sulla scarsa probabilità che si verifichi una situazione di pericolo nell'impianto elettrico, con due cedimenti contemporanei dell'isolamento.

PROTEZIONE PER SEPARAZIONE ELETTRICA

Per attuare questa protezione il circuito deve essere alimentato da:

- un trasformatore d'isolamento
- una sorgente con caratteristiche di sicurezza equivalenti al trasformatore d'isolamento

Le caratteristiche del circuito separato devono essere le seguenti:

- tensione nominale non superiore a 500 V
- lunghezza massima del circuito 500 m
- il prodotto della tensione nominale in volt per la lunghezza in metri non deve superare il valore di 100.000 V·m
- le parti attive non devono essere collegate a terra né collegate a nessun altro circuito
- la separazione verso eventuali altri circuiti elettrici deve essere almeno equivalente a quella richiesta tra gli avvolgimenti del trasformatore d'isolamento

È consigliabile usare cavi o condutture distinti, oppure:

- si devono impiegare cavi multipolari sotto guaina non metallica
- si devono impiegare cavi unipolari posati in condotti isolati

Le masse non devono essere collegate intenzionalmente né con la terra né con le masse, o con i conduttori di protezione di altri circuiti, né con masse estranee.

Se il circuito separato alimenta un solo apparecchio non si deve effettuare il collegamento equipotenziale.

Se il circuito separato alimenta più apparecchi si devono osservare le seguenti prescrizioni:

- 1) le masse del circuito separato devono essere collegate tra loro con conduttori equipotenziali isolati non collegati a terra. E' vietata l'interconnessione fra questi conduttori con il conduttore di protezione, le masse di altri circuiti e le masse estranee
- 2) tutte le prese a spina del circuito separato devono avere un contatto di terra collegato al conduttore equipotenziale

- 3) tutti i cavi flessibili degli apparecchi elettrici (escluso quelli di classe II) devono avere un conduttore di protezione da utilizzare come conduttore equipotenziale
- 4) la protezione contro il doppio guasto verso massa di due fasi distinte deve intervenire entro i tempi previsti dalla tabella 41A e da quelle dei “tempi di interruzioni massimi (CEI 64-8)”

PROTEZIONE PER MEZZO DI LOCALI ISOLANTI

Da non applicarsi agli edifici civili e similari.

PROTEZIONE PER MEZZO DI LOCALI RESI EQUIPOTENZIALI E NON CONNESSI A TERRA

Da non applicarsi agli edifici civili e similari.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI DI I CATEGORIA SENZA PROPRIA CABINA DI TRASFORMAZIONE “SISTEMA TT”

PROTEZIONE CON INTERRUZIONE AUTOMATICA DEL CIRCUITO

Per i sistemi di I categoria, senza propria cabina di trasformazione, sistema TT, la protezione contro i contatti indiretti deve essere attuata mediante impianto di terra locale, coordinato esclusivamente con interruttori automatici differenziali.

Tale condizione si ritiene soddisfatta con l'applicazione della seguente formula:

$$R_E \times I_{dn} < U_L$$

Dove:

R_E è la resistenza del dispersore

I_{dn} è la corrente differenziale nominale in ampere

U_L è la tensione di sicurezza o di contatto limite (50 V per ambienti ordinari; 25 V per ambienti particolari) Per ottenere selettività con i dispositivi di protezione a corrente differenziale nei circuiti di distribuzione è ammesso un tempo di interruzione non superiore a 1 s.

Per la protezione contro i contatti indiretti di apparecchiature trifasi con la sezione raddrizzatrice connessa direttamente alla linea di alimentazione si utilizzano interruttori differenziali, ove è richiesto che gli interruttori differenziali siano in grado di rilevare anche guasti verso terra in corrente continua.

Esempi di queste apparecchiature trifasi sono: UPS, TAC, RM, impianti fotovoltaici azionamenti a velocità variabile, convertitori c.a./c.c. ecc...

In presenza di correnti di guasto non alternate devono essere utilizzati solo differenziali di tipo A o di tipo B.

Nel caso in cui si ritenga opportuno ottenere una più efficace protezione addizionale contro i contatti diretti è possibile installare un interruttore automatico differenziale ad altissima sensibilità

$$I_{dn} = 0,01 \text{ A}$$

Va tenuto presente che gli interruttori differenziali ad altissima sensibilità possono determinare interventi intempestivi e vanno pertanto usati solo per circuiti finali. L'impiego di questa protezione addizionale può essere previsto soprattutto a protezione dei locali ove le persone sono più vulnerabili dai contatti con le parti conduttrici (esempio bagni, lavanderie, camere bambini,).

Nel caso di più dispositivi di protezione si considera la corrente di intervento più elevata. Inoltre:

Le masse dell'impianto utilizzatore devono essere collegate all'impianto di terra locale a mezzo apposito conduttore di protezione.

Ove necessario le masse estranee devono anch'esse essere collegate all'impianto di terra mediante conduttori equipotenziali principali o supplementari (es. bagni, piscine), o supplementari.

Tutte le prese a spina di apparecchi utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante collegamento a terra delle masse, devono avere il polo di terra collegato al conduttore di protezione.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI NEI SISTEMI DI I CATEGORIA CON PROPRIA CABINA DI TRASFORMAZIONE “SISTEMA TN”

Per i sistemi di I categoria, con propria cabina di trasformazione, sistema TN, la protezione contro i contatti indiretti deve essere effettuata mediante messa a terra di un punto del sistema (solitamente il neutro dei trasformatori MT/BT) e collegamento delle masse a quel punto, tramite conduttore di protezione.

A tale conduttore di protezione devono essere collegate ove necessario tutte le masse estranee mediante conduttori equipotenziali principali o supplementari.

Tutte le prese a spina di apparecchi utilizzatori per i quali è prevista la protezione contro i contatti indiretti mediante collegamento a terra, devono avere il polo di terra delle masse collegato al conduttore di protezione.

La protezione deve essere coordinata in modo tale da assicurare, per i circuiti di distribuzione, l'interruzione del circuito guasto entro 5 s.

Per tutti i circuiti terminali protetti con dispositivi di protezione da sovracorrenti aventi correnti nominali ≤ 32 A il tempo di intervento deve essere in accordo con le tabelle 41A oppure con quella dei “Tempi di interruzione massimi (CEI 64-8) per il coordinamento con interruttori differenziali”.

Per soddisfare tale prescrizione si deve verificare la seguente condizione:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Dove:

U_0 = è il valore in volt della tensione nominale in c.a. e in c.c., valore efficace tra fase e terra

Z_s = è il valore totale dell'impedenza, in ohm, dell'anello di guasto che comprende la sorgente, il conduttore attivo fino al punto di guasto e il conduttore di protezione tra il punto di guasto e la sorgente

I_a = è il valore, in ampere, della corrente d'intervento del dispositivo di protezione (di massima corrente a tempo inverso o dispositivi differenziali).

Si raccomanda che le protezioni siano realizzate per i circuiti terminali con dispositivo differenziale per le difficoltà che si possono avere nell'ottenere valori sufficientemente bassi di Z_s e per tener conto di possibili guasti a terra con valori di impedenza significativi.

PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI PER “SISTEMA IT”

Deve essere soddisfatta la condizione:

$$R_E \times I_d \leq 50$$

Dove:

R_E = è la resistenza in ohm del dispersore al quale sono collegate le masse

I_d = è la corrente di guasto, in ampere, del primo guasto di impedenza trascurabile tra un conduttore di linea ed una massa. Il valore di I_d tiene conto delle correnti di dispersione e dell'impedenza totale verso terra dell'impianto elettrico; non è necessario interrompere il circuito in caso di singolo guasto a terra.

Una volta manifestatosi un primo guasto, le condizioni di interruzione dell'alimentazione nel caso di un secondo guasto sono:

- quando le masse sono messe a terra per gruppi od individualmente, le condizioni sono date nell'art. 413.1.4 Norma CEI 64-8/4 come per i sistemi TT
- quando le masse sono interconnesse collettivamente da un conduttore di protezione, si applicano le prescrizioni relative al sistema TN ed in particolare:

quando il neutro non è distribuito:

$$Z_s \leq \frac{U}{2 \cdot I_a}$$

quando il neutro è distribuito:

$$Z'_s \leq \frac{U_0}{2 \cdot I_a}$$

Dove:

U_0 = è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e neutro

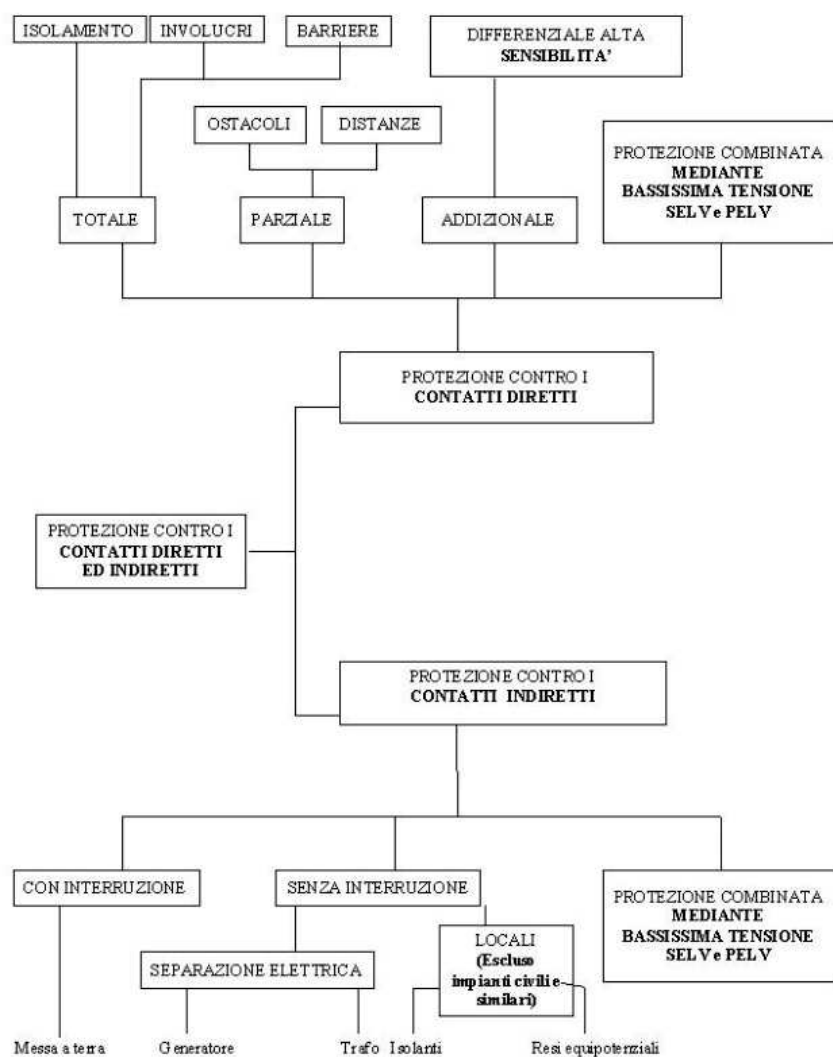
U = è la tensione nominale in c.a., valore efficace, tra fase e fase

Z_s = è l'impedenza dell'anello di guasto costituito dal conduttore di fase e dal conduttore di protezione del circuito

Z'_s = è l'impedenza del circuito di guasto costituito dal conduttore di neutro e dal conduttore di protezione del circuito

I_a = è la corrente, in ampere, che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione entro i tempi indicati per i sistemi TN nella Tabella 41A di 413.1.3.3 o in 5 s.

Panoramica dei sistemi di protezione contro i contatti diretti/indiretti



5.3 Protezione delle condutture contro le sovracorrenti

La Norma CEI 64-8 dà le prescrizioni riguardanti la protezione contro i sovraccarichi ed i corto circuiti delle condutture. Nella scelta dei dispositivi di protezione si devono osservare le seguenti condizioni:

Protezione contro i sovraccarichi:

$$I_B \leq I_n \leq I_Z$$

$$I_f \leq 1,45 I_Z$$

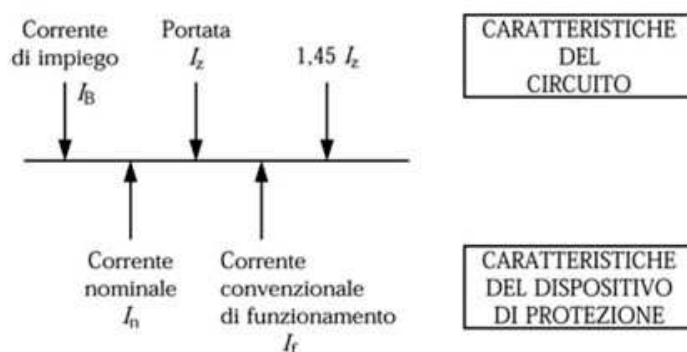
Dove:

I_f = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_Z = portata delle condutture

I_B = corrente di impiego del circuito



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 2-3 ci si deve accertare che non vi siano né derivazioni né prese a spina a monte della protezione e la condotta risulti protetta contro i corto circuiti.

Nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio e nei luoghi con pericolo d'esplosione, le protezioni contro i sovraccarichi vanno installate all'inizio della condotta.

Nota: si ricorda che in alcuni casi, come ad esempio le condutture che alimentano utilizzatori termici o apparecchi di illuminazione, le quali non possono dar luogo a sovraccarichi pericolosi, si può omettere la protezione contro i sovraccarichi.

Nei circuiti di sicurezza la protezione contro i sovraccarichi è sconsigliata; se comunque per la protezione contro le sovracorrenti vengono usati interruttori automatici provvisti di relè termico, l'apparecchio deve avere una corrente nominale relativamente elevata (ad esempio indicativamente pari ad almeno due/tre volte la I_B).

Protezione contro i cortocircuiti:

La verifica della protezione contro i cortocircuiti nell'impianto è stata effettuata secondo i seguenti criteri:

$$I_{cc}Max \leq p.d.i.$$

$$I^2t \leq K^2S^2 \quad (\text{energia specifica passante})$$

Dove:

$I_{cc}Max$ = Corrente di corto circuito massima nel punto di installazione

$p.d.i.$ = Potere di interruzione apparecchiatura di protezione

I^2t = Integrale di Joule dalla corrente di corto circuito presunta, quindi è il valore dell'energia specifica passante letto sulla curva I^2t della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito (valore letto sulle curve delle apparecchiature di protezione)

K^2S^2 = Energia specifica passante sopportata dalla conduttura

K = Coefficiente della conduttura utilizzata

115 per cavi isolati in PVC

135 per cavi isolati in gomma naturale e butilica

143 per cavi isolati in gomma etilenpropilenica e polietilene reticolato

S = Sezione della conduttura

La protezione contro i cortocircuiti deve essere sempre prevista all'inizio della conduttura. Sono ammessi 3 m di distanza dall'origine della conduttura purché il tratto non protetto soddisfi contemporaneamente alle due condizioni seguenti (con esclusione degli impianti nei luoghi a maggior rischio in caso di incendio, o con pericolo di esplosione):

- sia realizzato in modo da ridurre al minimo il pericolo di corto circuito, ad esempio con adeguati ripari contro le influenze esterne
- sia realizzato in modo che anche in caso di corto circuito sia ridotto al minimo il pericolo di incendio o di danno per le persone

È possibile non prevedere la protezione contro i corto circuiti per i circuiti la cui interruzione improvvisa può dar luogo a pericoli, ad esempio per taluni circuiti di misura e per le condutture che collegano batterie di accumulatori, generatori, trasformatori e raddrizzatori con i rispettivi quadri, quando i dispositivi di protezione sono posti su questi quadri.

In tali casi bisogna verificare che sia minimo il pericolo di corto circuito e che le condutture non siano in vicinanza di materiali combustibili.

Nota: le protezioni contro le sovracorrenti sono generalmente assicurate da un unico dispositivo. Nel caso di impiego di dispositivi separati, qualora esista la possibilità di corto circuito nel tratto di conduttura tra i due dispositivi, si consiglia di installare la protezione da sovraccarico a valle di quella da corto circuito.

Le caratteristiche dei dispositivi devono essere coordinate.

Correnti di cortocircuito all'interno dell'impianto

Nei vari punti dell'impianto le correnti di cortocircuito sono calcolate considerando le impedenze delle condutture, in accordo a quanto prescritto dalla norma CEI 11-25 e dalla guida CEI 11-28.

Corrente di cortocircuito trifase

$$I_{k\ 3F} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

Corrente di cortocircuito fase-fase

$$I_{k\ FF} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = 2$$

$$Z_{cc} = \sqrt{\sum R_{fase}^2 + \sum X_{fase}^2}$$

Corrente di cortocircuito fase-neutro

$$I_{k\ FN} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{fase} + \sum R_{neutro})^2 + (\sum X_{fase} + \sum X_{neutro})^2}$$

Corrente di cortocircuito fase-protezione

$$I_{k \text{ FP}} = \frac{U_n * C}{k * Z_{cc}}$$

Dove:

U_n = tensione concatenata

C = fattore di tensione

$$K = \sqrt{3}$$

$$Z_{cc} = \sqrt{(\sum R_{\text{fase}} + \sum R_{\text{protez.}})^2 + (\sum X_{\text{fase}} + \sum X_{\text{protez.}})^2}$$

Fattore di tensione e resistenza dei cavi

Il fattore di tensione e la resistenza dei cavi assumono valori differenti a seconda del tipo di corrente di cortocircuito calcolata. In funzione di questi parametri si ottengono pertanto i valori massimo ($I_{k \text{ MAX}}$) e minimo ($I_{k \text{ min}}$), per ciascun tipo di corrente calcolata (trifase, fase-fase, fase-neutro).

I valori assegnati sono riportati nella tabella seguente:

	$I_{k \text{ MAX}}$	$I_{k \text{ min}}$
C Fattore di tensione	1	0.95
R Resistenza	$R_{20^{\circ}\text{C}}$	$R = \left[1 + 0.004 \frac{1}{^{\circ}\text{C}} (\theta_e - 20^{\circ}\text{C}) \right] R_{20^{\circ}\text{C}}$ (Guida CEI 11-28 Pag. 11 formula (7))

dove la $R_{20^{\circ}\text{C}}$ è la resistenza dei conduttori a 20°C e θ_e è la temperatura scelta per stimare l'effetto termico della corrente di cortocircuito. Il valore di riferimento è 145°C (come indicato nell'esempio di calcolo della guida CEI 11-28).

Correnti di cortocircuito con il contributo dei motori

Il calcolo viene effettuato in funzione delle utenze identificate come Utenze motore e in funzione dei coefficienti di contemporaneità impostati.

$$Z_{mot} = 0.25 * \left(\frac{U^2}{kVA_{mot}} \right)$$

$$R_{mot} = Z_{mot} * 0.6$$

$$X_{mot} = \sqrt{Z_{mot}^2 - R_{mot}^2}$$

$$R_t = \frac{1}{\frac{1}{R_{fase}} + \frac{1}{R_{mot}}}$$

$$X_t = \frac{1}{\frac{1}{X_{fase}} + \frac{1}{X_{mot}}}$$

$$Z_t = \sqrt{R_t^2 + X_t^2}$$

$$I_k = \frac{U}{\sqrt{3} * Z_t}$$

Dove:

Z_{mot} = è l'impedenza in funzione dei motori predefiniti

R_{mot} = è la resistenza in funzione dei motori predefiniti

X_{mot} = è la reattanza in funzione dei motori predefiniti

Verifica del potere di chiusura in cortocircuito

(Norme CEI EN 60947-2)

$$I_P \leq I_{CM}$$

Dove:

I_P = è il valore di cresta della corrente di cortocircuito (massimo valore possibile della corrente presunta di cortocircuito)

I_{CM} = è il valore del potere di chiusura nominale in cortocircuito

Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta I_p è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove:

I_K'' = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

K_{CR} = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R_{cc}/X_{cc}}$$

Il valore di I_p può tuttavia essere limitato da apparecchiature installate a monte che abbiano una caratteristica di limitazione del picco (valore letto dall'archivio apparecchiature).

Il valore di I_{CM} è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.1 da:

$$I_{CM} = I_{CU} \cdot n$$

Dove:

I_{CU} = è il valore del potere di interruzione estremo in cortocircuito

n = è un coefficiente da utilizzare in funzione della tabella normativa di seguito riportata

Estratto dalla Tabella 2 – Rapporto n tra potere di chiusura e potere di interruzione in cortocircuito e fattore di potenza relativo (interruttori per corrente alternata)

Potere di interruzione in cortocircuito kA valore efficace	Fattore di potenza	Valore minimo del fattore n $n = \frac{\text{potere di chiusura in cortocircuito}}{\text{potere di interruzione in cortocircuito}}$
$4,5 \leq I \leq 6$	0,7	1,5
$6 < I \leq 10$	0,5	1,7
$10 < I \leq 20$	0,3	2,0
$20 < I \leq 50$	0,25	2,1
$50 < I$	0,2	2,2

Verifica dei condotti sbarre

(Norme CEI EN 60439-1 e CEI EN 60439-2)

$$I_p \leq I_{PK}$$

$$I^2 t \leq I_{CW}^2$$

Valore di cresta I_p della corrente di cortocircuito

Il valore di cresta I_p è dato dalla norma CEI 11-28 - Art. 9.1.2 da:

$$I_p = K_{CR} \times \sqrt{2} \times I_K''$$

Dove:

I_K'' = è la corrente simmetrica iniziale di cortocircuito

K_{CR} = è il coefficiente correttivo ricavabile dalla seguente formula:

$$K_{CR} = 1,02 + 0,98 e^{-3 \cdot R_{cc}/X_{cc}}$$

Verifica della tenuta del condotto sbarre

$$I^2 t \leq I_{cw}^2$$

Dove:

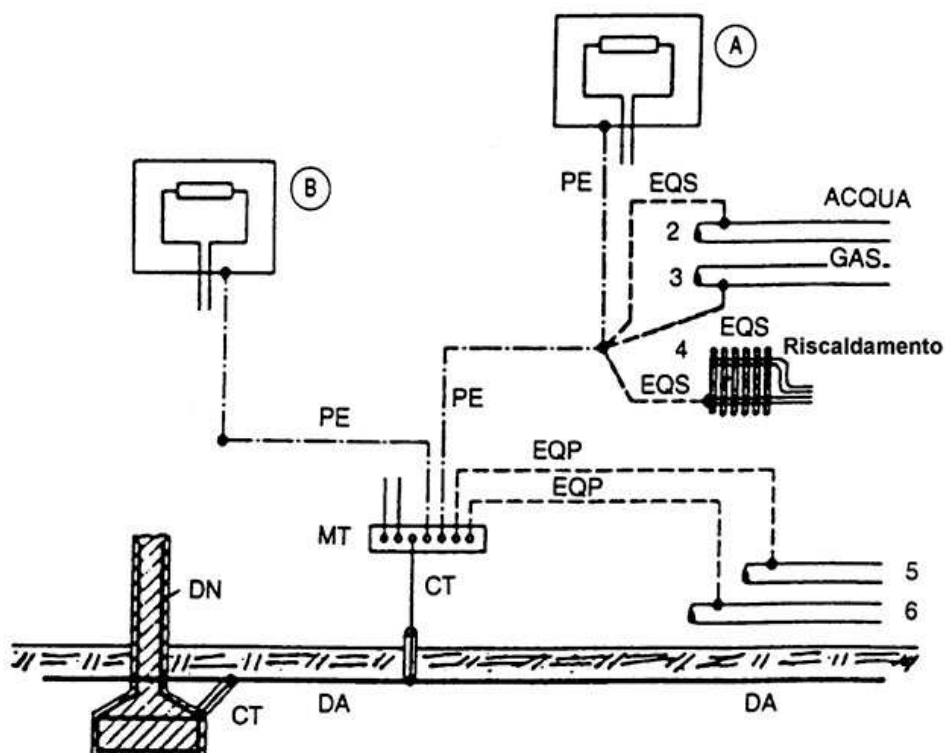
$I^2 t$ = valore dell'energia specifica passante letto sulla curva $I^2 t$ della protezione in corrispondenza delle correnti di corto circuito

I_{cw}^2 = corrente ammissibile di breve durata (1s) sopportata dal condotto sbarre

Impianto di terra

Per impianto di terra si intende l'insieme dei seguenti elementi:

- dispersori
- conduttori di terra
- collettore o nodo principale di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali



DA:	Dispersore intenzionale
DN:	Dispersore naturale (di fatto)
CT:	Conduttore di terra (tratto di conduttore non in contatto elettrico con il terreno)
MT:	Collettore (o nodo) principale di terra
PE:	Conduttore di protezione
EQP:	Conduttori equipotenziali principali
EQS:	Conduttori equipotenziali supplementari (per es. in locale da bagno)
A-B	Masse
2,3,4,5,6	Masse estranee

In ogni tipologia edilizia è fondamentale realizzare un impianto di messa a terra opportunamente coordinato con dispositivi di protezione (in pratica nel sistema TT sempre interruttori differenziali) posti a monte dell'impianto elettrico, atti ad interrompere tempestivamente l'alimentazione elettrica del circuito guasto se la tensione di contatto assume valori pericolosi.

Impianti a tensione nominale ≤ 1000 V c.a.

L'impianto di messa a terra deve essere realizzato secondo la Norma CEI 64-8, tenendo conto delle raccomandazioni della "Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario" (CEI 64-12); nelle pagine seguenti si riassumono le principali prescrizioni relative agli impianti di bassa tensione.

In ogni impianto utilizzatore deve essere realizzato un impianto di terra unico. A detto impianto devono essere collegate tutte le masse e le masse estranee esistenti nell'area dell'impianto utilizzatore, la terra di protezione e di funzionamento dei circuiti e degli apparecchi utilizzatori (ove esistenti: centro stella dei trasformatori, impianto contro i fulmini, ecc.).

L'esecuzione dell'impianto di terra va correttamente programmata nelle varie fasi della costruzione e con le dovute caratteristiche. Infatti alcune parti dell'impianto di terra, tra cui il dispersore, possono essere installate correttamente (ed economicamente) solo durante le prime fasi della costruzione, con l'utilizzazione dei dispersori di fatto (ferri del cemento armato, tubazioni metalliche ecc.).

Impianti a tensione nominale > 1000 V c.a.

Per quanto riguarda questi impianti la norma di riferimento è la CEI 11-1.

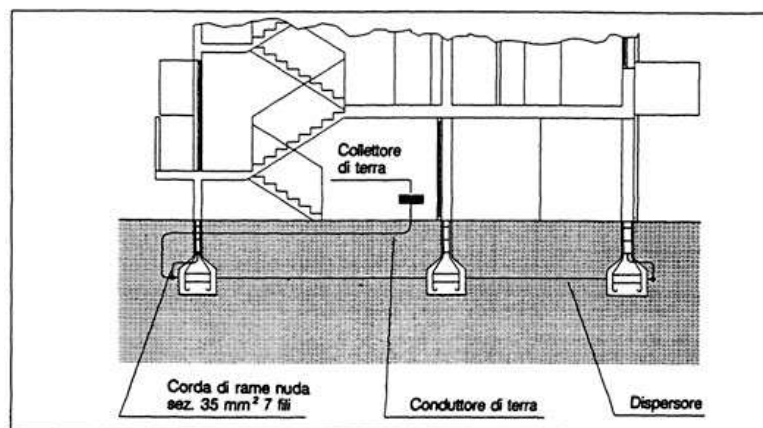
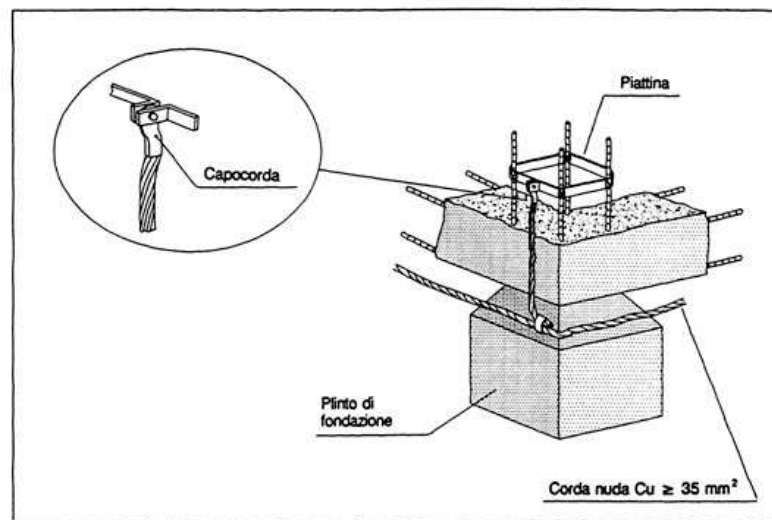
ELEMENTI DELL'IMPIANTO DI TERRA

Dispersore

Il dispersore è il componente che permette di disperdere le correnti che possono fluire verso terra. E' generalmente costituito da elementi metallici, ad esempio: tondi, profilati, tubi, nastri, corde, piastre le cui dimensioni e caratteristiche sono specificate dalla Norma CEI 64-8.

E' economicamente conveniente e tecnicamente consigliato utilizzare come dispersori i ferri delle armature nel calcestruzzo a contatto del terreno.

Esempio di collegamento dei dispersori naturale:

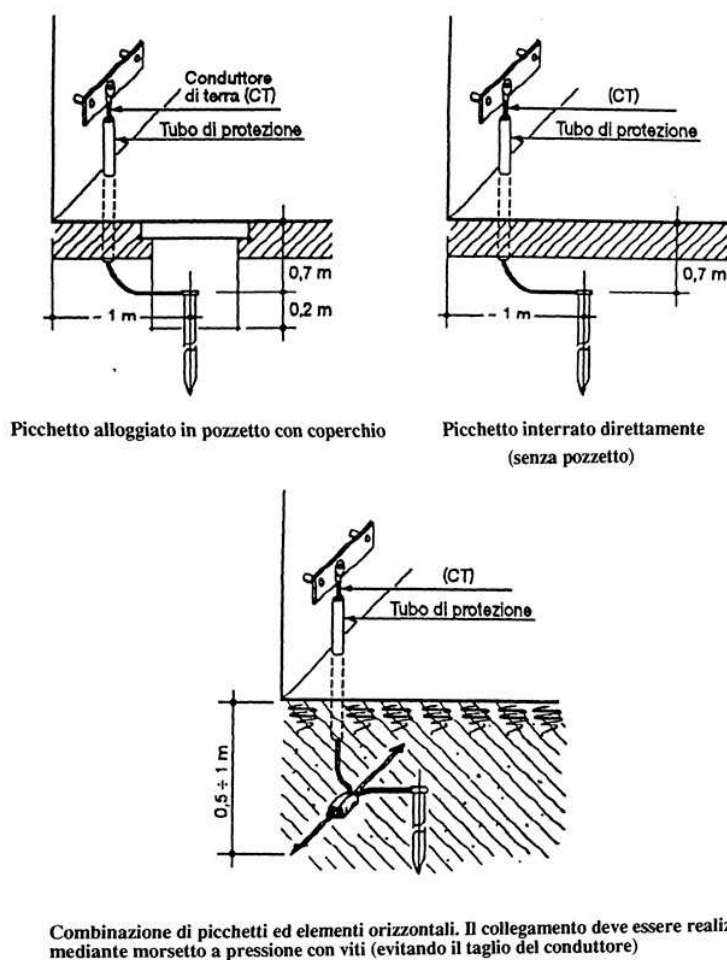


Quando si realizzano dispersori intenzionali, affinché il valore della resistenza di terra rimanga costante nel tempo, si deve porre la massima cura all'installazione ed alla profondità dei dispersori. È preferibile che gli elementi disperdenti siano collocati all'esterno del perimetro dell'edificio.

Le giunzioni fra i diversi elementi dei dispersori e fra il dispersore ed il conduttore di terra devono essere effettuate con morsetti a pressione, saldatura alluminotermica, saldatura forte o autogena o con robusti morsetti o manicotti purché assicurino un contatto equivalente.

Le giunzioni devono essere protette contro la corrosione, specialmente in presenza di terreni particolarmente aggressivi.

Esempi di dispersori intenzionali:



Conduttore di terra

Sono definiti conduttori di terra i conduttori che collegano i dispersori al collettore (o nodo) principale di terra, oppure i dispersori tra loro. Sono generalmente costituiti da conduttori di rame (o equivalente) o ferro.

I conduttori di terra devono essere affidabili ed avere caratteristiche che ne permettano una buona conservazione ed efficienza nel tempo, devono quindi essere resistenti ed adatti all'impiego.

Per la realizzazione dei conduttori di terra possono essere impiegati:

- corde, piattine
- elementi strutturali metallici inamovibili

I conduttori di terra devono rispettare le seguenti sezioni minime:

<i>Tipo di conduttore</i>	<i>Sezione minima del conduttore di terra</i>
<i>Con protezione contro la corrosione ma non meccanica</i>	<i>16 mm²</i>
<i>Senza protezione contro la corrosione</i>	<i>25 mm² in rame 50 mm² in ferro</i>
<i>Con protezione contro la corrosione e con protezione meccanica</i>	<i>Sezione del conduttore di protezione</i>

Collettore (o nodo) principale di terra

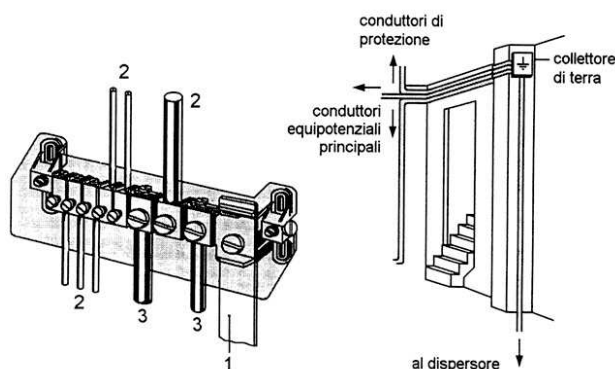
In ogni impianto deve essere previsto (solitamente nel locale cabina di trasformazione, locale contatori o nel quadro generale) in posizione accessibile (per effettuare le verifiche e le misure) almeno un collettore (o nodo) principale di terra.

A tale collettore devono essere collegati:

- il conduttore di terra
- conduttori di protezione
- conduttori equipotenziali principali
- l'eventuale conduttore di messa a terra di
- un punto del sistema (in genere il neutro)
- le masse dell'impianto MT

Ogni conduttore deve avere un proprio morsetto opportunamente segnalato e, per consentire l'effettuazione delle verifiche e delle misure, deve essere prevista la possibilità di scollegare, solo mediante attrezzo, i singoli conduttori che confluiscono nel collettore principale di terra.

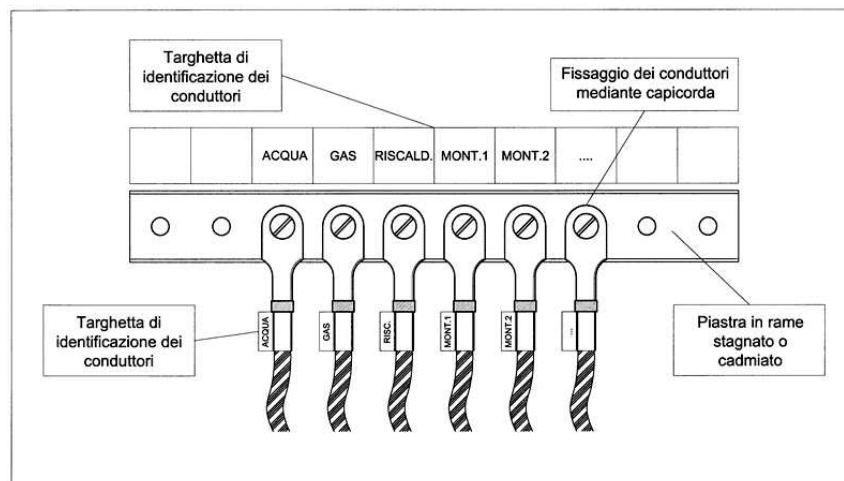
Esempi di nodo principale di terra



1 - Conduttore di terra proveniente dal dispersore

2 - Conduttori di protezione

3 - Conduttori equipotenziali principali

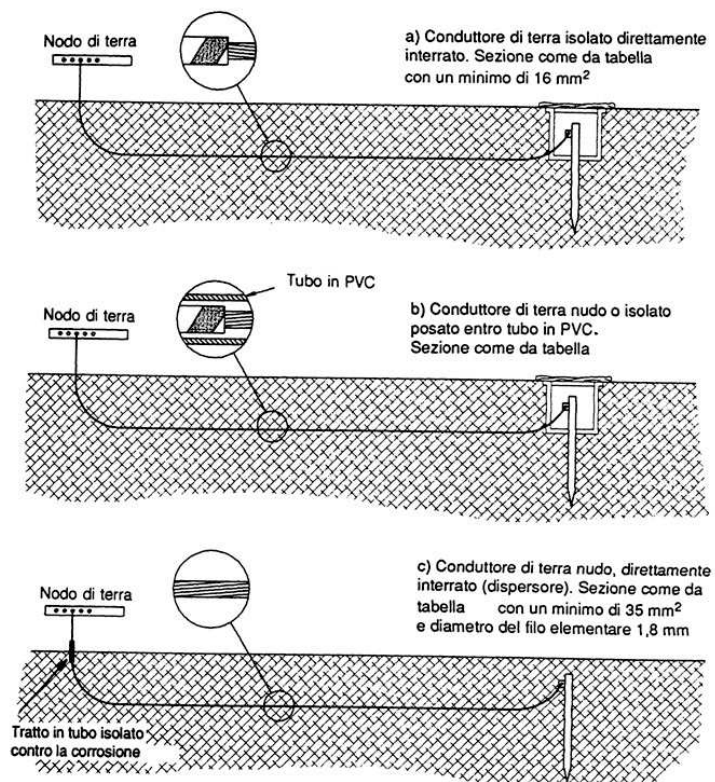


Conduttori di protezione

I conduttori di protezione dovranno essere distribuiti, insieme ai conduttori attivi, a tutte le masse ed ai poli di terra delle prese di corrente. Le sezioni dei conduttori di protezione dovranno avere una sezione coordinata con i conduttori di fase ad essi associati secondo la seguente tabella:

<i>Sezione del conduttore di fase S (mm²)</i>	<i>Sezione minima del conduttore di protezione S_{pe} (mm²)</i>
$S \leq 16$	$S_{pe} = S$
$16 < S \leq 35$	$S_{pe} = 16$
$S > 35$	$S_{pe} = S/2$

Sezione minima del conduttore di terra interrato:



Conduttori equipotenziali

I conduttori equipotenziali principali e supplementari devono avere le sezioni indicate nelle tabelle che seguono.

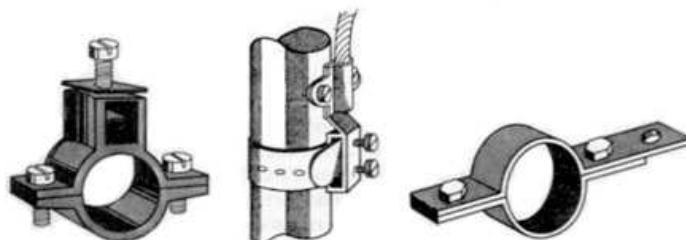
Sezione del conduttore di protezione (mm^2)	Sezione minima del conduttore equipotenziale principale (mm^2)
S	$S/2$ Minimo 6 mm^2

Tipo di connessione	Sezione del conduttore di protezione (mm^2)	Sezione minima del conduttore equipotenz. supplementare
Tra due masse	S	S
Tra massa e massa estranea	S	$S/2$
Tra due masse estranee	2.5 mm^2 con protezione meccanica 4 mm^2 senza protezione meccanica	
Tra massa estranea e impianto di terra		

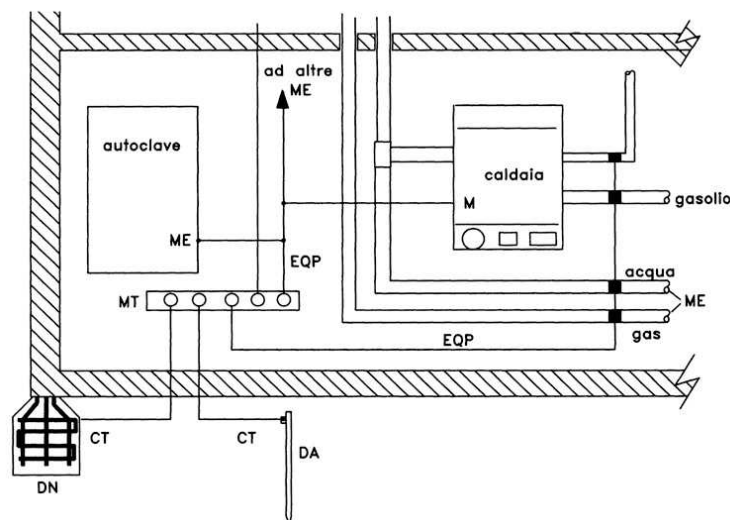
Collegamento equipotenziale principale

Alla base dell'edificio tutte le masse estranee (tubazioni metalliche) devono essere connesse al nodo principale di terra mediante cavi in rame, realizzando in tal modo il collegamento equipotenziale principale

Esempi di morsetti per la connessione delle tubazioni



Schema generale dei collegamenti



<i>ME:</i>	<i>Massa estranea</i>
<i>MT:</i>	<i>Collettore o nodo principale di terra</i>
<i>CT:</i>	<i>Conduttore di terra</i>
<i>DN:</i>	<i>Dispersore naturale</i>
<i>DA:</i>	<i>Dispersore artificiale</i>
<i>M:</i>	<i>Massa</i>
<i>EQP:</i>	<i>Conduttore equipotenziale principale</i>

Resistenza dell'impianto di terra

Negli impianti alimentati con sistema TT, la resistenza dell'impianto di terra dovrà risultare idonea al coordinamento con gli interruttori differenziali installati, secondo la relazione:

$$R_T \leq 50/I_{dn}$$

Ad esempio $R_T \leq 1666 \Omega$ quando è installato un interruttore differenziale da 30 mA.

Nel caso di ambienti particolari, come i locali medici, le piscine o le stalle, la relazione è la seguente:

$$R_T \leq 25/I_{dn}$$

R_T è la resistenza dell'impianto di terra

I_{dn} è la corrente nominale di intervento dell'interruttore differenziale

È comunque consigliabile di predisporre l'impianto di terra in modo da ottenere valori di resistenza inferiori al limite teorico calcolabile con la formula riportata sopra.

Nota: Si ricorda che il limite di 20Ω (previsto dal DPR 547/55) è superato dalle prescrizioni normative riportate sopra.

Prescrizioni generali

L'impianto di terra deve essere collegato a tutte le utenze alimentate per le quali è previsto il sistema di protezione per interruzione dell'alimentazione. Viceversa è vietato collegare a terra le utenze alimentate per separazione elettrica o a bassissima tensione di sicurezza.

L'intero complesso edilizio deve essere dotato di un sistema di dispersione unico.

Definizioni

Massa - Parte conduttrice facente parte dell'impianto elettrico che non è in tensione in condizioni ordinarie di isolamento ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale e che può essere toccata (Ad es. scaldacqua, quadro elettrico metallico, carcasse di elettrodomestici, ecc.)

Massa estranea - Parte conduttrice, non facente parte dell'impianto elettrico, suscettibile di introdurre il potenziale di terra (Ad es. acquedotto, gronde, ecc.)

5.4 Conduitture Elettriche – Maggio 2014

Le conduitture elettriche per la realizzazione delle reti di alimentazione degli impianti utilizzatori devono essere scelti tenendo conto degli elementi che vengono elencati di seguito.

Riferimenti normativi:

- CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

Definizioni:

- **Conduitture:** Insieme costituito da uno o più cavi e dagli elementi che ne assicurano il contenimento, il sostegno, il fissaggio e la protezione meccanica.
- **Cavo:** Il termine cavo è usato per indicare tutti i tipi di cavo con o senza rivestimento protettivo.

Terminologia usata per le modalità di posa:

- **Conduittura in tubo:** Conduittura costituita da cavi contenuti in un tubo protettivo il quale può essere incassato, o in vista o interrato.
- **Conduittura in canale:** Conduittura costituita da cavi contenuti entro un contenitore prefabbricato con coperchio.
- **Conduittura in vista:** Conduittura nella quale i cavi sono fissati a parete o soffitto per mezzo di opportuni elementi (es.: graffette o collari).
- **Conduittura in condotto:** Conduittura costituita da cavi contenuti entro cavità lisce o continue ottenute costruzione delle strutture murarie o entro manufatti di tipo edile prefabbricati o gettati in opera.
- **Conduittura in cunicolo:** Conduittura costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio non praticabile con chiusura mobile.
- **Conduittura su passerelle:** Conduittura costituita da cavi contenuti entro un sistema continuo di elementi di sostegno senza coperchio.
- **Conduittura in galleria:** Conduittura costituita da cavi contenuti entro cavità o altro passaggio praticabile.

Terminologia usata in relazione al tipo di funzione nella rete di alimentazione:

Le conduitture in partenza dal quadro generale B.T. nella rete di distribuzione, si possono suddividere nelle seguenti categorie:

- **Conduittura di distribuzione attraverso montante:** Conduittura a sviluppo prevalentemente verticale.
- **Conduittura di distribuzione attraverso dorsali:** Conduittura a sviluppo prevalentemente orizzontale.
- **Conduittura di distribuzione diretta agli utilizzatori.**

Prescrizioni relative alle condutture:

- La distribuzione deve essere eseguita con i tipi di cavi indicati nelle apposite Tabelle più avanti riportate.
- La posa di cavi direttamente sotto intonaco non è consigliata.
- I cavi installati entro tubi sono generalmente sfilabili e re-infilabili, questo requisito è obbligatorio negli impianti in ambienti residenziali (capitolo 37 CEI 64-8).
- I cavi installati dentro canali, condotti, cunicoli, passerelle, gallerie devono poter essere facilmente posati e rimossi.
- I cavi posati in vista devono essere, ove necessario e secondo quanto prescritto dalle Norme, protetti da danneggiamenti meccanici.

Prescrizioni di sicurezza e di buona tecnica:

- Il percorso deve essere ispezionabile (nel caso di montanti ciò deve essere possibile almeno ad ogni piano) le condutture relative ai circuiti di energia e dei circuiti ausiliari devono essere separati da quelli dei circuiti telefonici.
- Negli ambienti ordinari il diametro interno dei tubi utilizzati per la posa dei conduttori, si raccomanda sia 1,3 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 10 mm per assicurare la sfilabilità.
- Negli ambienti residenziali il diametro interno deve essere almeno 1,5 volte maggiore del diametro del cerchio circoscritto ai cavi contenuti, con un minimo di 16 mm.
- Il coefficiente di riempimento deve essere pari al massimo a 0,5 per gli scomparti destinati ai cavi per energia.
- (Si raccomanda di prevedere un tubo protettivo, un canale o scomparto per ogni servizio.).
- I coperchi dei canali e degli accessori devono essere asportabili per mezzo di un attrezzo, quando sono a portata di mano (CEI 64-8).
- Il conduttore di neutro non deve essere comune a più circuiti.
- Il conduttore che svolge la doppia funzione di protezione e neutro (PEN) deve avere la colorazione giallo-verde e fascette terminali blu chiaro, oppure colorazione blu e fascette terminali giallo-verde.
- Le masse dei componenti del sistema devono potersi collegare affidabilmente al conduttore di protezione e deve poter essere garantita la continuità elettrica dei vari componenti metallici del sistema.

Per circuito di segnalamento e comando, si possono usare cavi con tensione nominale $\leq 300/500$ V.

Nel dimensionamento dei cavi dei montanti e sulle dorsali, è opportuno tenere conto di maggiorazioni conseguenti ad utilizzi futuri.

Prescrizioni relative a condutture di impianti particolari:

- I cavi di alimentazione dei circuiti di sicurezza devono essere indipendenti da altri circuiti.
- I cavi dei circuiti a SELV devono essere installati conformemente a quanto indicato negli art. 411.1.3.2 e 528.1.1 della CEI 64-8.
- I cavi dei circuiti FELV possono essere installati unitamente ai cavi di energia.
- I cavi di circuiti separati derivati o meno dal trasformatore di isolamento devono essere indipendenti da altri circuiti.

Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/1 e 35026/1

Le tabelle seguenti riportano la corrispondenza esistente tra le tipologie di posa della norma CEI 64-8 tabella 52 C e le tabelle di portata dei cavi delle norme UNEL 35024/1 e UNEL 35026. Le tabelle sono caratterizzate da tre colonne. Il contenuto delle colonne è il seguente:

- **Tipo posa:** riferimento numerico della posa secondo la Tabella 52C.
- **Descrizione:** descrizione della posa secondo la Tabella 52C della norma CEI 64-8/5.
- **Metodo di installazione:** è la tipologia di posa prevista dalla norma UNEL 35024/1 e UNEL 35026 in corrispondenza della quale è possibile ricavare la portata del cavo. Il metodo viene indicato con il riferimento della tabella delle portate e un numero progressivo. Il numero progressivo rappresenta la posizione della metodologia di posa prevista nella tabella.

Esempio: la posa “**1 / senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti / 1U**”
corrisponde a:

1 = Tipo di posa secondo la tabella 52C

senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti = Descrizione del tipo di posa

1U = Prima riga della tabella delle portate dei cavi Unipolari

Cavi Unipolari - Pose

Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione delle norme CEI UNEL 35024/1, CEI UNEL 35026 e CEI 20-91:

Tipo di posa	UNIPOLARI	Metodo d'installazione
	Descrizione	
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	1U
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	2U
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	2U
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	2U
10	per il collegamento dei pannelli fotovoltaici	10U
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4U
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	4U
13	con o senza armatura su passerelle perforate	5U
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	5U
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	5U, 6U, 7U
15	con o senza armatura fissati da collari	5U, 6U, 7U
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	5U, 6U, 7U
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	5U
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	3U
21	con guaina in cavità di strutture	4U
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	2U
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	2U
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	2U
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	4U
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	2U
32	con guaina in canali verticali su pareti	2U
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	2U
34	senza guaina in canali sospesi	2U
34A	con guaina in canali sospesi	
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	2U
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	2U
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	4U
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	1U
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	4U
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	4U
61	in tubi protettivi interrati a contatto	8U
61	in tubi protettivi interrati	9U
62	Interrati a contatto senza protezione meccanica addizionale	8U
62	Interrati senza protezione meccanica addizionale	9U
63	Interrati a contatto con protezione meccanica addizionale	8U
63	Interrati con protezione meccanica addizionale	9U
71	senza guaina in elementi scanalati	1U
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	2U
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	1U
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	1U

Cavi Multipolari – Pose

Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione delle norme CEI UNEL 35024/1 e CEI UNEL 35026:

	MULTIPOLARI	
Tipo di posa	Descrizione	Metodo d'installazione
2	in tubi circolari entro muri isolanti	1M
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	2M
4A	in tubi non circolari su pareti	2M
5A	in tubi annegati nella muratura	2M
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	4M
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	4M
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	
13	con o senza armatura su passerelle perforate	3M
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	3M
15	con o senza armatura fissati da collari	3M
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	3M
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	3M
21	in cavità di strutture	2M
22A	in tubi in cavità di strutture	2M
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	2M
31	in canali orizzontali su pareti	2M
32	in canali verticali su pareti	2M
33A	in canali incassati nel pavimento	2M
34A	in canali sospesi	2M
43	in cunicoli aperti o ventilati	2M
51	entro pareti termicamente isolanti	1M
52	in muratura senza protezione meccanica	4M
53	in muratura con protezione meccanica	4M
61	in tubi o cunicoli interrati	8M
62	interrati senza protezione meccanica	8M
63	interrati con protezione meccanica	8M
73	posati in stipiti di porte	1M
74	posati in stipiti di finestre	1M
81	immersi in acqua	

Cavi Unipolari - Portate

Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi unipolari con o senza guaina relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1. Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi unipolari con o senza guaina																			
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm ²																
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
1U	PVC	2	-	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320	-
		3	-	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286	-
	EPR	2	-	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424	-
		3	-	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380	-
2U	PVC	2	13,5	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-
		3	12	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	275	314	369	-
	EPR	2	17	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	402	472	555	-
		3	15	20	28	37	48	66	88	117	144	175	222	269	312	355	417	490	-
3U	PVC	2	-	19,5	26	35	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	-
		3	-	15,5	21	28	36	57	76	101	125	151	192	232	269	309	353	415	-
	EPR	2	-	24	33	45	58	80	107	142	175	212	270	327	-	-	-	-	-
		3	-	20	28	37	48	71	96	127	157	190	242	293	-	-	-	-	-
4U	PVC	3	-	19,5	26	35	46	63	85	110	137	167	216	264	308	356	409	485	561
	EPR	3	-	24	33	45	58	80	107	135	169	207	268	328	383	444	510	607	703
5U	PVC	2	-	22	30	40	52	71	96	131	162	196	251	304	352	406	463	546	629
		3	-	19,5	26	35	46	63	85	114	143	174	225	275	321	372	427	507	587
	EPR	2	-	27	37	50	64	88	119	161	200	242	310	377	437	504	575	679	783
		3	-	24	33	45	58	80	107	141	176	216	279	342	400	464	533	634	736
6U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709
		3	-	-	-	-	-	-	-	146	181	219	281	341	396	456	521	615	709
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902
		3	-	-	-	-	-	-	-	182	226	275	353	430	500	577	661	781	902
7U	PVC	2	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659
		3	-	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569	659
	EPR	2	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833
		3	-	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719	833

Cavi Multipolari – Portate

Tabella delle portate alla temperatura di 30 °C dei cavi multipolari relative alla tabella della norma CEI-UNEL 35024/1. Di seguito vengono riportate le portate dei cavi con conduttori di rame. La norma non prende in considerazione i seguenti tipi di posa: cavi interrati o posati in acqua, cavi posti all'interno di apparecchi elettrici o quadri e cavi per rotabili o aeromobili.

Cavi multipolari																										
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm ²																							
			1	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	500	630				
1M	PVC	2	-	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291	334	-	-	-				
		3	-	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261	298	-	-	-				
	EPR	2	-	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386	442	-	-	-				
		3	-	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346	396	-	-	-				
2M	PVC	2	13,5	16,5	23	30	38	52	69	90	111	133	168	201	232	258	294	344	394	-	-	-				
		3	12	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	179	206	225	255	297	339	-	-	-				
	EPR	2	17	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	334	384	459	532	-	-	-				
		3	15	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	300	340	398	455	-	-	-				
3M	PVC	2	15	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514	593	-	-	-				
		3	13,6	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430	497	-	-	-				
	EPR	2	19	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641	741	-	-	-				
		3	17	23	32	42	54	75	100	127	158	190	246	298	346	399	456	538	621	-	-	-				
4M	PVC	2	15	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461	530	-	-	-				
		3	13,5	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403	464	-	-	-				
	EPR	2	19	24	33	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599	693	-	-	-				
		3	17	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500	576	-	-	-				

Coefficienti di temperatura per pose in aria libera

Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alle pose in aria libera secondo la tabella CEI Unel 35024/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C, per le pose in aria libera.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{30^\circ} * K$

Dove:

I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata

I_{30° = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C

K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata.

Temperatura	PVC	EPR
10	1,22	1,15
15	1.17	1.12
20	1.12	1.08
25	1.06	1.04
30	1.00	1.00
35	0.94	0.96
40	0.87	0,91
45	0.79	0.87
50	0.71	0.82
55	0,61	0.76
60	0,50	0,71
65	-	0,65
70	-	0,58
75	-	0,50
80	-	0,41

Coefficienti di temperatura per pose interrato

Tabella dei coefficienti di correzione per temperature di posa (K1) relative ai cavi interrati secondo la tabella UNEL 35026/1

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 20°C, per le pose interrate.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{20^\circ} * K$

Dove:

I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata

I_{20° = è la portata del cavo alla temperatura di 20°C

K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata

Temperatura	PVC	EPR
10	1,10	1,07
15	1,05	1,04
20	1,00	1,00
25	0,95	0,96
30	0,89	0,93
35	0,84	0,89
40	0,77	0,85
45	0,71	0,80
50	0,63	0,76
55	0,55	0,71
60	0,45	0,65
65	-	0,60
70	-	0,53
75	-	0,46
80	-	0,38

Colori distintivi dei conduttori

Tabella sui colori distintivi dei conduttori (CEI 64-8/5 Art. 524.1)

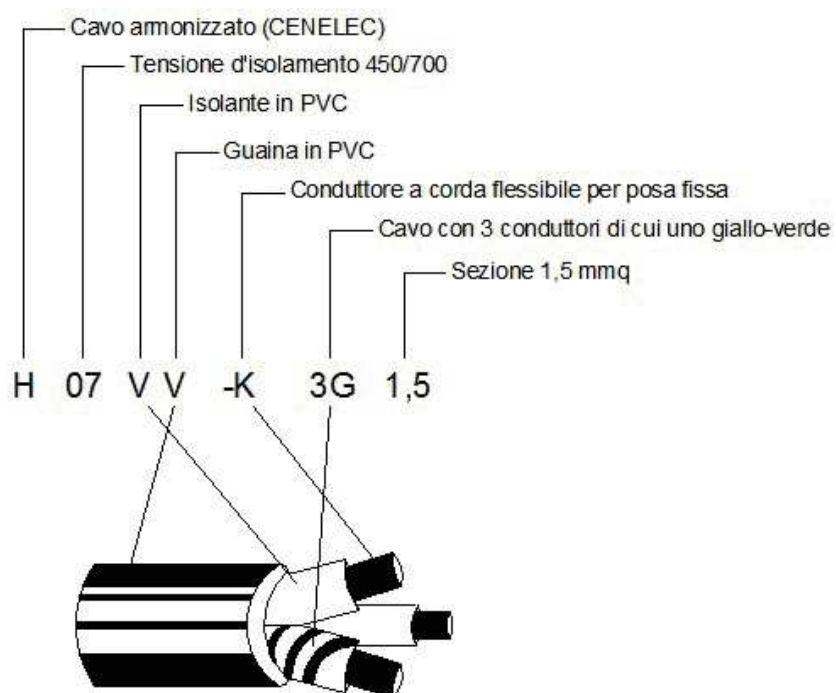
Blu chiaro	Riservato al Neutro
Giallo - Verde	Riservato esclusivamente ai conduttori di terra, di protezione di collegamenti equipotenziali. I conduttori usati congiuntamente come neutro e conduttore di protezione (PEN), quando sono isolati, devono essere contrassegnati secondo uno dei metodi seguenti: Giallo/verde su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette blu chiaro alle estremità; Blu chiaro su tutta la loro lunghezza con, in aggiunta, fascette giallo/verde alle estremità.
Marrone, Nero, Grigio	Consigliati per i conduttori di Fase.

Sigle di designazione dei cavi

Tabella con le sigle di designazione dei cavi (CEI 20-27 e CENELEC HD 361)

Caratteristiche		
Riferim. normativi	Norma armonizzata..... <i>H</i>	A
	Tipo nazionale autorizzato..... <i>A</i>	
	Tipo nazionale..... <i>N</i>	
Tensione nominale	300/300 V..... <i>03</i>	
	300/500 V..... <i>05</i>	
	450/750 V..... <i>07</i>	
	0,6/1 kV..... <i>I</i>	
Isolante	PVC..... <i>V</i>	
	Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i>	
	Gomma siliconica..... <i>S</i>	
	Gomma etilenpropilenica..... <i>B</i>	
	Gomma Butilica..... <i>B3</i>	
	Polietilene..... <i>E</i>	
	Polietilene reticolato..... <i>X</i>	
Guaina (eventualmente)	PVC..... <i>V</i>	B
	Gomma naturale e/o sintetica..... <i>R</i>	
	Policloroprene..... <i>N</i>	
	Treccia di fibra di vetro..... <i>J</i>	
	Treccia Tessile..... <i>T</i>	
Particolari costruttivi (eventuali)	Cavo piatto, anime divisibili..... <i>H</i>	
	Cavo piatto, anime non divisibili..... <i>H2</i>	
	Cavo rotondo (nessun simbolo)	
Conduttore	A filo unico rigido..... <i>U</i>	
	A corda rigida..... <i>R</i>	
	A corda flessibile per posa fissa..... <i>K</i>	
	A corda flessibile per posa mobile..... <i>F</i>	
	A corda flessibilissima..... <i>H</i>	
Numero di anime.....		C
Senza conduttore di protezione..... <i>X</i>		
Con conduttore di protezione..... <i>G</i>		
Sezione del conduttore.....		

Esempio di designazione di un cavo



Dati relativi ai cavi secondo le tabelle IEC 364-5-523-1983**Portate in funzione del tipo di posa**

Tabella delle portate in funzione del tipo di posa secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523:

Stralcio da IEC 364-5-523-1983 e da rapporto CENELEC RO 64-001 1991																	
Metodo di installazione	Isolante	n° conduttori attivi	Sezione nominale mm ²														
			1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240
A	PVC	2	14,5	19,5	26	34	46	61	80	99	119	151	182	210	240	273	320
		3	13,5	18	24	31	42	56	73	89	108	136	164	188	216	245	286
	XP/EPR	2	19	26	35	45	61	81	106	131	158	200	241	278	318	362	424
		3	17	23	31	40	54	73	95	117	141	179	216	249	285	324	380
A2	PVC	2	14	18,5	25	32	43	57	75	92	110	139	167	192	219	248	291
		3	13	17,5	23	29	39	52	68	83	99	125	150	172	196	223	261
	XP/EPR	2	18,5	25	33	42	57	76	99	121	145	183	220	253	290	329	386
		3	16,5	22	30	38	51	68	89	109	130	164	197	227	259	295	346
B	PVC	2	17,5	24	32	41	57	76	101	125	151	192	232	269	-	-	-
		3	15,5	21	28	36	50	68	89	110	134	171	207	239	-	-	-
	XP/EPR	2	23	31	42	54	75	100	133	164	198	253	306	354	-	-	-
		3	20	28	37	48	66	86	117	144	175	222	269	312	-	-	-
B2	PVC	2	16,5	23	30	38	52	69	90	111	135	168	201	232	-	-	-
		3	15	20	27	34	46	62	80	99	118	149	176	206	-	-	-
	XP/EPR	2	22	30	40	51	69	91	119	146	175	221	265	305	-	-	-
		3	19,5	26	35	44	60	80	105	128	154	194	233	268	-	-	-
C	PVC	2	19,5	27	36	46	63	85	112	138	168	213	258	299	344	392	461
		3	17,5	24	32	41	57	76	96	119	144	184	223	259	299	341	403
	XP/EPR	2	24	35	45	58	80	107	138	171	209	269	328	382	441	506	599
		3	22	30	40	52	71	96	119	147	179	229	278	322	371	424	500
D	PVC	2	22	29	38	47	63	81	104	125	148	183	216	246	278	312	360
		3	18	24	31	39	52	67	86	103	122	151	179	203	230	257	297
	XP/EPR	2	26	34	44	56	73	95	121	146	173	213	252	287	324	363	419
		3	22	29	37	46	61	79	101	122	144	178	211	240	271	304	351
E	PVC	2	22	30	40	51	70	94	119	148	180	232	282	328	379	434	514
		3	18,5	25	34	43	60	80	101	126	153	196	238	276	319	364	430
	XP/EPR	2	26	36	49	63	86	115	149	185	225	289	352	410	473	542	641
		3	23	32	42	54	75	100	127	158	192	246	298	346	399	456	538
F	PVC	2	-	-	-	-	-	-	131	162	196	251	304	352	406	463	546
	XP/EPR	3 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	110	137	167	216	264	308	356	409	485
		2	-	-	-	-	-	-	161	200	242	310	377	437	504	575	679
		3 ⁽¹⁾	-	-	-	-	-	-	135	169	207	268	328	383	444	510	607
G	PVC	3 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	130	162	197	254	311	362	419	480	569
	XP/EPR	3 ⁽²⁾	-	-	-	-	-	-	161	201	246	318	389	454	527	605	719

Note:

(1) - Disposti a trefolo

(2) - Distanziati di almeno 1 diametro e disposti verticalmente

Cavi Unipolari - Pose

Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi unipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

	UNIPOLARI	
Tipo di posa	Descrizione	Metodo di installazione
1	senza guaina in tubi circolari entro muri isolanti	A
3	senza guaina in tubi circolari su o distanziati da pareti	B
4	senza guaina in tubi non circolari su pareti	B
5	senza guaina in tubi annegati nella muratura	A
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati dalle pareti	E
14	con guaina a contatto fra loro su mensole	F
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
18	conduttori nudi o cavi senza guaina su isolatori	G
21	con guaina in cavità di strutture	B2
22	senza guaina in tubi in cavità di strutture	B2
22A	con guaina in tubi in cavità di strutture	B2
23	senza guaina in tubi non circolari in cavità di strutture	B2
24	senza guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
24A	con guaina in tubi non circolari annegati nella muratura	B2
25	con guaina in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	con guaina in canali orizzontali su pareti	B
32	con guaina in canali verticali su pareti	B2
33	senza guaina in canali incassati nel pavimento	B
34	senza guaina in canali sospesi	B
34A	con guaina in canali sospesi	B2
41	senza guaina in tubi in cunicoli chiusi orizzontali o verticali	B2
42	senza guaina in tubi in cunicoli ventilati in pavimento	B
43	con guaina in cunicoli aperti o ventilati	B
51	con guaina entro pareti termicamente isolanti	A
52	con guaina in muratura senza protezione meccanica	C
53	con guaina in muratura con protezione meccanica	C
61	con guaina in tubi o cunicoli interrati	D
62	con guaina interrati senza protezione meccanica	D
63	con guaina interrati con protezione meccanica	D
71	senza guaina in elementi scanalati	A
72	senza guaina in canali provvisti di separatori	B
73	senza/con guaina posati in stipiti di porte	A
74	senza/con guaina posati in stipiti di finestre	A

Cavi Multipolari - Pose

Tabella di corrispondenza tra il tipo di posa dei cavi multipolari secondo la norma CEI 64-8 e i metodi di installazione della norma IEC 364-5-523

Il metodo di installazione permette di stabilire la portata del cavo utilizzato per la conduzione dell'energia.

	MULTIPOLARI	
Tipo di posa	Descrizione	Metodo di installazione
2	in tubi circolari entro muri isolanti	A2
3A	in tubi circolari su o distanziati da pareti	B2
4A	in tubi non circolari su pareti	B2
5A	in tubi annegati nella muratura	A2
11	con o senza armatura su o distanziati da pareti	C
11A	con o senza armatura fissati su soffitti	C
11B	con o senza armatura distanziati da soffitti	C
12	con o senza armatura su passerelle non perforate	C
13	con o senza armatura su passerelle perforate	E
14	con o senza armatura su mensole distanziati da pareti	E
15	con o senza armatura fissati da collari	E
16	con o senza armatura su passerelle a traversini	E
17	con guaina sospesi a od incorporati in fili o corde	E
21	in cavità di strutture	B2
22A	in tubi in cavità di strutture	B2
24A	in tubi non circolari annegati in muratura	B2
25	in controsoffitti o pavimenti sopraelevati	B2
31	in canali orizzontali su pareti	B
32	in canali verticali su pareti	B2
33A	in canali incassati nel pavimento	B2
34A	in canali sospesi	B2
43	in cunicoli aperti o ventilati	B
51	entro pareti termicamente isolanti	A
52	in muratura senza protezione meccanica	C
53	in muratura con protezione meccanica	C
61	in tubi o cunicoli interrati	D
62	interrati senza protezione meccanica	D
63	interrati con protezione meccanica	D
73	posati in stipiti di porte	A
74	posati in stipiti di finestre	A
81	immersi in acqua	A

Dati relativi ai cavi secondo le tabelle CEI UNEL 35024/70

Tabella riepilogativa di tipo, posa e portata dei conduttori della tabella UNEL 35024/70 (a 30°C)

modo ⇒	01	02	03	04	05	06	07
tipo conduttore	multipolari	unipolari	unipolari non distanziati		multipolari distanziati	unipolari distanziati	
		con o senza guaina	senza guaina	con guaina		senza guaina	con guaina
tipo posa	entro tubi o sotto modanature		su passerelle	su passerelle a parete su fune portante	su passerelle a parete	su passerella	su passerella su isolatori
portata↓	Protezione conduttori: PVC o Gomma G ↓ numero di conduttori						
01	4						
02		3	4		4		
03	4		2	3	4	3	
04		3	4	2	3	4	2
05			2	3	4	2	3
06				2	3		2
07					2		
08							2-3-4
Protezione conduttori: Gomma G2 o Gomma G5 o EPR							
	01	02	03	04	05	06	07
SEZIONE ↓	PORTATE ↓						
a	1	10,5	12	13,5	15	17	19
b	1,5	14	15,5	17,5	19,5	22	24
c	2,5	19	21	24	26	30	33
d	4	25	28	32	35	40	45
e	6	32	36	41	46	52	58
f	10	44	50	57	63	71	80
g	16	59	68	76	85	96	107
h	25	75	89	101	112	127	142
i	35	97	111	125	138	157	175
j	50	-	134	151	168	190	212
k	70	-	171	192	213	242	270
l	95	-	207	232	258	293	327
m	120	-	239	269	299	339	379
n	150	-	275	309	344	390	435
o	185	-	314	353	392	444	496
p	240	-	369	415	461	522	584

Dati tecnici dei cavi

Tabella delle resistenze e delle reattanze dei cavi elettrici secondo la tabella UNEL 35023-70 (a 20°C)

Sezione mm ²	Cavi unipolari		Cavi Multipolari	
	R _{20 °C}	X	R _{20 °C}	X
	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m	mΩ/m
1	17,82	0,176	18,14	0,125
1,5	11,93	0,168	12,17	0,118
2,5	7,18	0,155	7,32	0,109
4	4,49	0,143	4,58	0,101
6	2,99	0,135	3,04	0,0955
10	1,80	0,119	1,83	0,0861
16	1,137	0,112	1,15	0,0817
25	0,717	0,106	0,731	0,0813
35	0,517	0,101	0,527	0,0783
50	0,381	0,101	0,389	0,0779
70	0,264	0,0965	0,269	0,0751
95	0,190	0,0975	0,194	0,0762
120	0,152	0,0939	0,154	0,0740
150	0,123	0,0928	0,126	0,0745
185	0,0992	0,0908	0,100	0,0742
240	0,0760	0,0902	0,0779	0,0752
300	0,0614	0,0895	0,0629	0,0750
400	0,0489	0,0876	0,0504	0,0742
500	0,0400	0,0867	0,0413	0,0744
630	0,0324	0,0865	0,0336	0,0749

N.B.: Le resistenze e le reattanze per i cavi multipolari sono utilizzate per l'eventuale cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione. Il cavo di collegamento tra il trasformatore e il quadro generale di bassa tensione è possibile inserirlo nei dati di ingresso del quadro generale, però è possibile gestirlo in maniera più efficace creando un quadro fittizio in cui viene identificato solo il collegamento.

Coefficienti di temperatura

Tabella dei coefficienti di temperatura (K1) relativa alla tabella Unel 35024/70

Di seguito viene riportata la tabella contenente i coefficienti moltiplicativi che permettono di ricavare la portata dei cavi nel caso in cui la temperatura di posa sia diversa da 30°C.

La portata in tal caso è data da: $I_T = I_{30^\circ} * K$

Dove:

I_T = è la portata del cavo alla temperatura considerata

I_{30° = è la portata del cavo alla temperatura di 30°C

K = è il coefficiente moltiplicativo riportato nella tabella e corrispondente alla temperatura di posa considerata

Temperatura	PVC	Gomma (G2)	EPR
15	1.17	1.22	1.13
20	1.12	1.15	1.09
25	1.06	1.06	1.04
30	1.00	1.00	1.00
35	0.94	0.91	0.95
40	0.87	0.82	0.90
45	0.79	0.71	0.85
50	0.71	0.58	0.80

5.5 Sezioni minime – Luglio 2008

Il dimensionamento dei conduttori attivi (fase e neutro) deve essere effettuato in modo da soddisfare soprattutto le esigenze di portata e resistenza ai corto circuiti e i limiti ammessi per caduta di tensione; in ogni caso, le sezioni minime non devono essere inferiori a quelle di seguito specificate:

Conduttori di fase

- 1,5 mm² (rame) per impianti di energia

Conduttori per impianti di segnalazione

- 0,5 mm² (rame)

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 trifase quando la dimensione dei conduttori di fase sia inferiore od uguale a 16 mm²

Il conduttore di neutro, nei circuiti trifase con conduttori di sezione superiore a 16 mm², può avere una sezione inferiore a quella dei conduttori di fase se sono soddisfatte contemporaneamente le seguenti condizioni:

- la corrente massima, comprese le eventuali armoniche, che si prevede possa percorrere il conduttore di neutro durante il servizio ordinario*, non sia superiore alla corrente ammissibile corrispondente alla sezione ridotta del conduttore di neutro
- la sezione del conduttore di neutro sia almeno uguale a 16 mm²

Nota: Se si impiegano cavi multipolari (es. 3x95+ N) le Norme sui cavi prevedono la stessa sezione per il neutro e i conduttori attivi, mentre per sezioni maggiori vale la tabella **B1** (per i cavi multipolari) e la tab. **B** (per i cavi unipolari).

La norma CEI 64-8 prevede le sezioni relative ai conduttori dell'impianto di terra.

* La corrente che fluisce nel circuito nelle condizioni di servizio ordinario deve essere praticamente equilibrata tra le fasi.

Conduttore di protezione

Le sezioni del conduttore di protezione devono essere:

- calcolate come indicato nella formula A
- scelte come indicato nella tabella B nel caso di impiego di cavi unipolari
- scelte come indicato nella tabella B1 nel caso di impiego di cavi multipolari
- in ogni caso non devono essere inferiori a quanto indicato nella prescrizione C

Formula A:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{K}$$

Dove:

S_p = sezione in mm²

I = valore efficace in ampere della corrente di guasto franco a massa del conduttore

t = tempo, in secondi, di interruzione del dispositivo di protezione; di protezione

K = coefficiente che varia con il variare del tipo di cavo

- 115 per cavi isolati in PVC
- 135 per cavi in rame isolati in gomma ordinaria
- 143 per cavi in rame isolati in gomma etilenpropilenica di qualità G7 o in polietilene reticolato

Prescrizione C:

Se il conduttore di protezione non fa parte della stessa condotta dei conduttori attivi, la sezione minima deve essere:

- 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente
- 4,0 mm² (rame) se non protetto meccanicamente

Per il conduttore di protezione di montanti o dorsali (principali): non inferiore a 6 mm²

Conduttore di terra

- protetto contro la corrosione ma non meccanicamente, non inferiore a 16 mm² in rame o ferro zincato
- non protetto contro la corrosione, non inferiore a 25 mm² (rame) oppure 50 mm² (ferro)
- protetto contro la corrosione e meccanicamente: in questo caso le sezioni dei conduttori di terra non devono essere inferiori ai valori dati in Tabella B

Se dall'applicazione di questa Tabella risulta una sezione non unificata, deve essere adottata la sezione unificata più vicina al valore calcolato.

Conduttore PEN (solo nel sistema TN)

- non inferiore a 10 mm² (rame)

Conduttori equipotenziali principali

- non inferiore a metà della sezione del conduttore di protezione principale dell'impianto, con un minimo di 6 mm² (rame)
- non è richiesto che la sezione sia superiore a 25 mm² (rame)

Conduttori equipotenziali supplementari

- fra massa e massa, non inferiore alla sezione del conduttore di protezione minore; fra massa e massa estranea sezione non inferiore alla metà dei conduttori di protezione
- fra due masse estranee o massa estranea e impianto di terra non inferiore a:
 - 2,5 mm² (rame) se protetto meccanicamente
 - 4 mm² (rame) se non protetto meccanicamente

Questi valori minimi si applicano anche al collegamento fra massa e massa e fra massa e massa estranea.

Portata di corrente in regime permanente (tabella CEI-UNEL 35024/1).

Tabella B (cavi unipolari):

SEZIONE DEI CONDUTTORI DI FASE DELL'IMPIANTO S (mm ² rame)	SEZIONE MINIMA DEL CORRISPONDENTE CONDUTTORE DI PROTEZIONE S_p (mm ² rame)
S fino a 16 oltre 16 e fino a 35 oltre 35	$S_p = S$ 16 $S_p = S/2$
I valori della Tabella B sono validi soltanto se i conduttori di protezione sono costituiti dallo stesso materiale dei conduttori di fase. In caso contrario, la sezione del conduttore di protezione deve venire determinata in modo tale che esso abbia una conduttanza equivalente a quella risultante dall'applicazione della Tabella.	

Tabella B1 (cavi multipolari):

Esempio di dimensionamento delle sezioni minime del conduttore di neutro e di protezione per i cavi multipolari					
Conduttori per la fase S mm ²	Conduttore per il neutro S_p mm ²	Conduttori per la fase S mm ²	Conduttore per il neutro S_p mm ²	Conduttori per la fase S mm ²	Conduttore per il neutro S_p mm ²
1,5	1,5	25	25	150	95
2,5	2,5	35	25	185	95
4	4	50	25	240	120
6	6	70	35	300	150
10	10	95	50	400	240
16	16	120	70	500	300

Montanti per edifici residenziali

Vengono riportati di seguito gli elementi sulla base dei quali si può effettuare il corretto dimensionamento dei montanti.

	Utenza monofase 230 V					Utenza Trifase 400 V			
Potenza contrattuale kW	1,5	3	4,5	6	10	3	6	10	20
Potenza tollerata +10%	1,65	3,3	4,95	6,6	11	3,3	6,6	11	22
Corrente max tollerata (A)	7,97	15,94	23,91	31,88	53,14	5,30	10,60	17,66	35,32
Corrente nominale interruttore utente (A) ^{a)}	8	15	25	32	50	8	10	20	40
Corrente di non intervento Inf = 1,13 In (A)	9,04	16,95	28,25	36,16	56,5	9,04	16,95	22,6	45,2
Cavi unipolari senza guaina isolati in PVC entro tubo sotto intonaco, tipo di posa 5									
Sezione cavo montante (mm ²)	2,5	6	10	10	16	2,5	4	6	16
Portata (A)	24	41	57	57	76	21	28	36	68
Portata con fattore di riduzione K = 0,70 ^{b)}	16,8	28,7	39,8	39,8	53	14,7	19,6	25,2	47,6
Caduta di tensione % ^{c)}	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Lunghezza max ^{d)}	36	34		35	36	128			75

- a) Il dispositivo di protezione contro le sovracorrenti a valle del punto di consegna si può omettere se sono soddisfatte le condizioni indicate nel commento alla sezione 473 della 64-8
- b) Per la situazione prevista dal presente esempio si è valutato in assenza di informazioni precise al riguardo nella norma CEI UNEL 35024/1 la cui tabella IV si applica a cavi con guaina, che potesse essere ragionevolmente scelto un fattore di riduzione = a 0.70
- c) Per rispettare il valore della caduta di tensione del 4% raccomandato dalla Norma CEI 64-8 si è ipotizzato una caduta di tensione del 2% lungo il montante e del 2% all'interno dell'appartamento
- d) La lunghezza massima e la corrispondente caduta di tensione è riferita alla corrente nominale dell'interruttore del distributore e vale per un fattore di potenza di 0.9 per utenze monofase e monofase per 0.8 per utenze trifase

5.6 Coefficienti di utilizzazione - contemporaneità e caduta di tensione

Per il calcolo delle potenze elettriche, ai fini del dimensionamento delle linee e della potenza totale impegnata, si possono considerare i seguenti coefficienti salvo diversi valori giustificati da casi o esigenze particolari.

UTENZE	kU	kC	cdt % (1)
Luce	1	1	4
Servizi generali			
– 1 ascensore	1	1	5
– 2 ascensori	1	0,7	5
– 3 ascensori	0,9	0,6	5
– centrale termica	0,8	0,7	4
– centrale idrica	0,9	0,5	4
– centrale di condizionamento	0,7	0,7	4
– cucina, lavanderia	0,7	0,7	4
– eventuale centro di calcolo	1	0,8	4
kU = coefficiente di utilizzazione kC = coefficiente di contemporaneità cdt = caduta di tensione (1) Le linee derivate devono essere dimensionate per il 100% del carico.			

Riferimenti normativi:

- Norma CEI 64-8

Caduta di tensione negli impianti utilizzatori

Si raccomanda che la caduta di tensione non superi, in qualsiasi punto dell'impianto utilizzatore e col relativo carico di progetto, il 4% della tensione nominale solo in mancanza di specifiche indicazioni da parte del committente.

Calcolo della caduta di tensione

Il calcolo della caduta di tensione in ogni punto dell'impianto è stato eseguito applicando la seguente formula:

$$\Delta V = K \times I \times L \times (R_l \cos \varphi + X_l \sin \varphi)$$

Dove:

I = corrente di impiego IB (oppure la corrente di taratura In espressa in A)

R_l = resistenza (alla TR) della linea in Ω/km (valutata in funzione della reale corrente che percorre il conduttore)

X_l = reattanza della linea in Ω/km

K = 2 per linee monofasi - 1,73 per linee trifasi

L = lunghezza della linea in km

Caduta di tensione secondo CEI UNEL 35023:2009-04

E' possibile considerare le tabelle CEI UNEL 35023:2009-04 per determinare la caduta di tensione.

Tali tabelle forniscono i valori di impedenza dei cavi e i valori di caduta di tensione per corrente e lunghezza unitarie. Rispetto al caso generale, la resistenza è indipendente dalla temperatura raggiunta dal cavo (questa modalità di calcolo restituisce cadute di tensione superiori rispetto al caso generale).

Caduta di tensione con corrente di avviamento/spunto

E' possibile calcolare la caduta di tensione in fase di avviamento/spunto di un'utenza. In tal caso nella formula generale la corrente **I** viene sostituita dalla corrente $I_B \times K$ moltiplicativo (il K moltiplicativo dovrà essere specificato sull'utenza), mentre le impedenze di linea R_l ed X_l sono valutate a 20°C.

Nel caso dei motori, il calcolo viene effettuato sulla corrente di avviamento.

Nel caso di altre utenze, il calcolo viene effettuato sulla corrente di spunto.

Caduta di tensione con carico squilibrato (I_b monofase)

E' possibile calcolare la caduta di tensione in caso di carico fortemente squilibrato (il massimo grado di squilibrio corrisponde ad un carico monofase). In questa condizione si simula che, in una linea trifase con neutro, venga alimentato un unico utilizzatore monofase (caso più gravoso).

Temperatura a regime del conduttore

Il conduttore attraversato da corrente dissipa energia che si traduce in un aumento della temperatura del cavo. La temperatura viene calcolata come di seguito indicato:

$$T_R = T_Z \times n^2 - T_A (n^2 - 1)$$

Dove:

T_R = è la temperatura a regime espressa in °C

T_Z = è la temperatura massima di esercizio relativa alla portata espressa in °C

T_A = è la temperatura ambiente espressa in °C

n = è il rapporto tra la corrente d'impiego I_B e la portata I_Z del cavo, ricavata dalla tabella delle portate adottata per l'esecuzione dei calcoli (UNEL 35024:70, IEC 364-5-523, UNEL 35024/1, UNEL 35026)

Lunghezza max protetta per guasto a terra

$$I_{k \min} \text{ a fondo linea} > I_{int}$$

Dove:

$I_{k \min}$ = corrente di corto circuito minima tra fase e conduttore di protezione calcolata a fondo linea considerando la sommatoria delle impedenze dei conduttori a monte del tratto in esame.

I_{int} = corrente di corto circuito necessaria per provocare l'intervento della protezione entro 5 secondi o nei tempi previsti dalla Tabella 41A di 413.1.3.3.

Il valore I_{int} viene rilevato dall'intersezione tra la retta del tempo (a 5s oppure secondo tab.41A) e la curva I^2t della protezione (interruttori e sganciatori termomagnetici) oppure dalla curva tempo-corrente (interruttori elettronici). Se è presente un interruttore differenziale, I_{int} corrisponde al valore di I_d .

Lunghezza massima determinata oltre che dalla lunghezza massima per guasto a terra, anche dalla corrente di corto circuito a fondo linea (se richiesta la verifica) e dalla caduta di tensione a fondo linea.

Calcolo della potenza del gruppo di rifasamento

Il calcolo della potenza reattiva del gruppo di rifasamento fatto in automatico dal programma, tramite l'apposito pulsante Rifasamento, viene eseguito utilizzando la formula:

$$Q_c = P * (tg \varphi_i - tg \varphi_f)$$

Dove:

Q_c = è la potenza reattiva della batteria di rifasamento.

P = è la potenza attiva assorbita dall'impianto da rifasare.

$tg \varphi_i$ = è la tangente dello sfasamento di partenza da recuperare.

$tg \varphi_f$ = è la tangente dello sfasamento a cui si vuole arrivare.

Potenza di riferimento per prese a spina

- 2 x 10A + T 50W cad
- 2 x 16A + T 200W cad.; nei corridoi, atri, ambienti secondari, per i locali dell'area alberghiera, ecc
- 2 x 16A + T 250W cad.; per i locali dell'area amministrazione
- 2 x 16A + T 350W cad.; nelle camere di degenza ed assimilate
- 2 x 16A + T 500W cad.; laboratori, ambulatori, cucinette, ecc

5.7 Selettività d'intervento dei dispositivi di protezione

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60898.
- CEI EN 60947-2.
- CEI EN 61008-1.
- CEI EN 61009-1.

Quando più dispositivi di protezione sono disposti in serie e quando le necessità di esercizio lo giustificano, le loro caratteristiche di funzionamento devono essere scelte in modo da interrompere l'alimentazione solo nella parte dell'impianto nella quale si trova il guasto.

Come realizzare la selettività

- con selettività amperometrica: usando dispositivi di protezione dalle sovracorrenti a diversa taratura
- con selettività cronometrica: usando dispositivi di protezione dalle sovracorrenti aventi ritardo intenzionale
- con dispositivi di protezione differenziale con eventuale possibilità di regolazione dei tempi e delle correnti differenziali di intervento
- con dispositivi di protezione differenziale collegati in serie: con l'apparecchio a monte ritardato (simbolo S in targa) e a valle un apparecchio differenziale di tipo generale, con rapporto tra le correnti differenziali nominali ≥ 3

Caratteristiche dei dispositivi di protezione

Nella scelta del dispositivo di protezione per avere la selettività occorre garantire che le condutture siano sempre protette contro i corto circuiti.

In particolare si ricorda che dalla Norma CEI 64-8: “E' tuttavia ammesso l'utilizzo di un dispositivo di protezione con potere di interruzione inferiore, se a monte è installato un altro dispositivo avente il necessario potere di interruzione. In questo caso le caratteristiche dei due dispositivi devono essere coordinate in modo che l'energia lasciata passare da questi due dispositivi non superi quella che può essere sopportata senza danno dal dispositivo situato a valle e dalle condutture protette da questi dispositivi”.

Quest'ultima protezione, in gergo impiantistico, viene anche chiamata: “protezione di BACK-UP”.

Scelta per realizzare la selettività:

DESCRIZIONE CIRCUITI	SELET=	REALIZZAZIONE					
	TIVITA'	1	2	3	4	5	6
a monte del quadro generale	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tra quadro generale e quadri secondari	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tra quadri secondari e utenze	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
_____	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Legenda

- 1= selettività
- 2= dispositivi di protezione differenziale industriali
- 3= differenziali selettivi ritardati tipo S
- 4= interruttori magnetotermici: amperometrica
- 5= interruttori magnetotermici: cronometrica
- 6= fusibili

6. APPARECCHI DI PROTEZIONE, COMANDO E SEZIONAMENTO

6.1 Interruttori di manovra - sezionatori modulari per correnti nominali fino a 63 A con o senza fusibili

Nei circuiti (es: protezione di strumenti, circuiti ausiliari, ecc) ove sia necessario prevedere interruttori di manovra – sezionatori, si devono impiegare apparecchi modulari coordinati con la gamma degli interruttori automatici magnetotermici e differenziali, aventi le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60947-3 (CEI 17-11)

Tensione nominale di impiego 230/400 V a 50 Hz

N° poli: 1, 2, 3, 4

Possibilità di scelta negli accessori.

Protezione almeno IP20 durante la sostituzione della cartuccia.

Adatti al fissaggio su profilato EN 50022.

Modulo base 17,5 mm.

6.2 Interruttori differenziali modulari per uso domestico e simile - Settembre 2014




Gli interruttori differenziali modulari per uso domestico e simile, con sganciatori di sovracorrente (RCBO) o senza sganciatori di sovracorrente (RCCB), devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 61008-1 (CEI 23-42).
- CEI EN 61008-2-1 (CEI 23-43).
- CEI EN 61009-1 (CEI 23-44).
- CEI EN 61009-2-1 (CEI 23-45).
- CEI EN 62423 (CEI 23-114).

Gli interruttori differenziali puri vanno sempre associati ad adeguati dispositivi di protezione da sovracorrente (vedere schede relative).

Sensibilità alla forma d'onda della corrente differenziale di guasto:

- ☐ tipo AC: solo per corrente alternata (contraddistinti in targa con il simbolo )
- ☐ tipo A :anche per correnti pulsanti unidirezionali e/o pulsanti (contraddistinti in targa con il simbolo )
- ☐ tipo B anche per correnti continue e alternate sino alla frequenza di 1000 Hz (di, contraddistinti in targa con il simbolo )

Modulo base 17,5 mm.

Montaggio a scatto su profilato EN 50022.

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura.

6.3 Interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e simile – Dicembre 2015

Gli interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente per uso domestico e simile devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60898 (CEI 23-3)

Tensione nominale 230/400 V a 50 Hz

Corrente nominale fino a 125 A

Caratteristica d'intervento in accordo con le norme di riferimento e in funzione del tipo d'impiego: B, C e D

N° poli: 1, 1+N, 2, 3, 3+N e 4

Modulo base 17,5 mm

Montaggio a scatto su profilato EN 50022

Possibilità di inserire contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura.

6.4 Interruttori automatici modulari con sganciatori di sovracorrente – Gennaio 2014

Gli interruttori automatici con sganciatori di sovracorrente con potere di interruzione > 10 kA, devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60947-2 (CEI 17-5)

Tensione nominale di impiego 230/400 V a 50 Hz

Corrente nominale ≤ 125 A

Potere d'interruzione I_{cu} :

☐ 15 kA

N° poli: 1, 1+N, 2, 3, 3+N e 4

Modulo base 17,5 mm

Montaggio a scatto su profilato EN 50022

Possibilità di associare contatti ausiliari di scattato relè o sganciatori di apertura.

6.5 Limitatori di sovratensione (SPD) – Marzo 2013

I limitatori di sovratensione devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 61643-11 (CEI 37-8)

Tensione nominale:

- ☐ 400 V c.a.

Classe d'impiego:

Gli SPD si suddividono in tre classi secondo la loro capacità di scarica, cioè secondo la forma d'onda ed il valore di picco della corrente con la quale sono provati. Le classi di prova previste dalle norme IEC sono tre:

- ☐ **Tipo 1** in classe di prova I (da installare all'origine dell'impianto protetto contro i fulmini mediante LPS)
- ☐ **Tipo 2** in classe di prova II (da installare all'origine dell'impianto senza LPS e/o su quadri di distribuzione)
- ☐ **Tipo 3** in classe di prova III (da installare sui circuiti terminali)

Gli SPD in commercio sono chiamati di categoria B, C e D, in base alle norme VDE (tedesche). Gli SPD di categoria A sono adatti per l'installazione lungo le linee elettriche aeree esterne.

Norme IEC	Norme VDE	Tipo di impiego degli SPD
Classe I	Categoria B	Devono essere installati nei punti in cui può fluire una parte della corrente di fulmine: In un edificio dotato di LPS, servono per collegare equipotenzialmente le calate alle linee elettriche entranti nell'edificio ed ai corpi metallici che non possono essere collegati a terra permanentemente, ad esempio una tubazione con protezione catodica. In un edificio non dotato di LPS, vanno installati all'arrivo di una linea di energia che abbia una frequenza di fulminazione diretta elevata ($N_c > 0.1$ fulmin/anno).
Classe II	Categoria C	Vanno impiegati nei casi in cui non sono impiegati gli SPD di classe I oppure III. Ad esempio all'ingresso di una linea di segnale, o di energia, con frequenza di fulminazione diretta della linea inferiore a 0.1 fulmini/anno.
Classe III	Categoria D	Devono essere installati all'ingresso delle apparecchiature da proteggere. La linea a monte deve essere già protetta da SPD di classe I oppure II.

Funzionamento degli SPD

Gli SPD vengono solitamente installati tra fase e terra.

In condizioni ordinarie l'SPD presenta una impedenza verso terra elevatissima, quindi il circuito cui l'SPD è collegato è isolato da terra.

Se l'SPD è sottoposto ad una sovratensione superiore alla sua tensione di innesco entra in conduzione, cioè da isolante diventa conduttore e scarica a terra la corrente associata alla sovratensione. Quando l'SPD conduce non ha una impedenza nulla, sicché ai suoi capi si stabilisce una tensione che prende il nome di tensione residua (U_{res}).

Affinché non avvenga una scarica nell'impianto o nell'apparecchiatura protetta, la tensione applicata all'apparecchiatura deve essere minore della sua tensione di tenuta ad impulso. In mancanza di dati si può assumere 4000 V per gli impianti in bassa tensione.

Messa a terra degli SPD

In caso di scarica la tensione applicata all'apparecchiatura protetta dall'SPD è composta di tre termini:

- La caduta di tensione sul conduttore di messa terra dell'SPD (U_1)
- La tensione residua sull'SPD (U_{res})
- La caduta di tensione sul conduttore che collega l'SPD alla fase (U_2)

L'SPD va sempre collegato allo stesso impianto di terra dell'apparecchiatura da proteggere.

In questo modo la massa dell'apparecchiatura assume la tensione U_E che non sollecita più l'apparecchiatura. Viceversa costituirebbe una ulteriore componente di tensione che si sommerebbe alle tre precedenti.

Le tensioni U_1 e U_2 non sono trascurabili (come avverrebbe per correnti a 50 Hz). Nel caso di una corrente impulsiva come quella del fulmine, la caduta di tensione induttiva prevale su quella ohmica ed è tanto maggiore quanto più è ripido il fronte d'onda della corrente: da

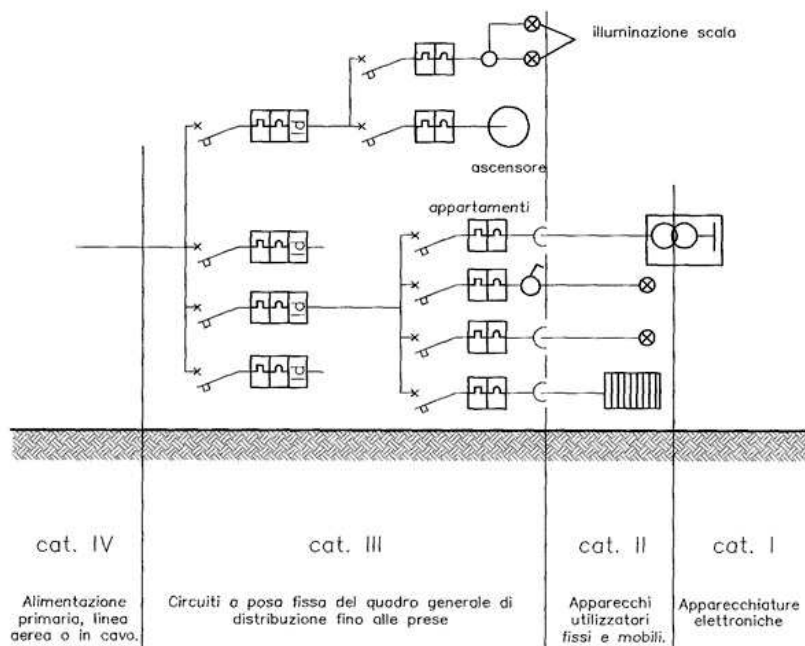
qualche centinaio di volt al metro sino a 1 kV/m se il fulmine colpisce direttamente la linea elettrica e l'SPD è chiamato a scaricare la corrente di fulmine.

Bisogna quindi ridurre il più possibile le lunghezze dei conduttori di collegamento dell'SPD.

Tenuto conto del livello di isolamento medio delle apparecchiature che si vuole proteggere, la lunghezza totale dei due collegamenti dell'SPD (alla linea ed a terra) non dovrebbe superare il mezzo metro.

Zone dell'impianto e categorie di sovratensioni

Nella figura che segue sono illustrate le zone di un impianto, corrispondenti alle categorie di sovratensione (secondo la norma IEC 664-1).



Tensioni di tenuta ad impulso per le varie zone di un impianto

Massima tensione di impiego verso terra (V)	ZONA			
	I	II	III	IV
	Tensione di tenuta ad impulso (onda 1/50 μ s)			
50	330	500	800	1500
100	500	800	1500	2500
150	800	1500	2500	4000
300	1500	2500	4000	6000
600	2500	4000	6000	8000
1000	4000	6000	8000	12000

Tensione nominale (U_c)

La tensione nominale (U_c) di un SPD deve essere più alta della tensione nominale del circuito da proteggere. In genere si assume un margine del 10%.

Sistema	Tensione nominale del sistema	Tensione U_c minima
TT oppure TN	127	140
	230	253
IT	230	242
	400	440

Sovratensione temporanea (U_t)

La sovratensione temporanea (U_t) è il livello di tensione che l'SPD può tollerare senza intervenire, in modo da evitare interventi intempestivi per sovratensioni che si possono verificare in condizioni normali del sistema elettrico.

La sovratensione temporanea di un SPD deve essere superiore a quella indicata nella seguente tabella.

Tensione nominale del sistema	TT		IT
	Durata della tensione temporanea		
	0.2 s	1 s	3600 s
127	250	170	250
230	440	300	440

Livello di protezione (U_p)

La tensione limite di un SPD è la tensione che si verifica ai capi dell'SPD quando questo è attraversato da un scarica. Può coincidere con la tensione di innesco (nel caso di spinterometri) o con la tensione residua (nel caso di varistori).

Il livello di protezione (U_p) di un SPD deve essere inferiore alla tensione di tenuta dei circuiti da proteggere.

Tensione nominale di impiego del sistema (V)	ZONA			
	I	II	III	IV
	Livello di protezione (V)			
127	600	1100	1800	3000
230	1100	1800	3000	4400

6.6 Basi portafusibili e fusibili

La basi portafusibili e i fusibili devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60269-1 (CEI 32-1).
- CEI EN 60269-2 (CEI 32-4).
- CEI EN 60269-3 (CEI 32-5).

7. COMPONENTI ELETTRICI (SERIE CIVILI) PER USO DOMESTICO E SIMILARE

7.1 Serie civile componibile per installazione fissa per uso domestico e simile

La serie componibile per installazione fissa per uso domestico e simile deve avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60669-1: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e simile - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 60669-2-1: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e simile - Parte 2-1: Prescrizioni particolari - Interruttori elettronici.
- CEI EN 60669-2-2: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e simile - Parte 2-2: Prescrizioni particolari - Interruttori con comando a distanza (RCS).
- CEI 23-50: Spine e prese per usi domestici e simili - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 60670-1: Scatole e involucri per apparecchi elettrici per installazioni elettriche fisse per usi domestici e simili - Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI 23-74: Dimensioni delle scatole in materiale isolante, da incasso, per apparecchi elettrici per uso domestico e simile.
- CEI EN 50428: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e simile - Norma Collaterale - Apparecchi di comando non automatici e relativi accessori per uso in sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES).
- IEC 60669-2-5: Switches for household and similar fixed electrical installations - Part 2-5: Particular requirements - Switches and related accessories for use in home and building electronic systems (HBES).
- CEI EN 60898-1: Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e simili. Parte 1: Interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata.
- CEI EN 60278-4: Impianti di distribuzione via cavo per segnali televisivi, segnali sonori e servizi interattivi - Parte 4: Apparecchiature passive a larga banda per impianti di distribuzione con cavi coassiali.
- CEI EN 60603-7: Connettori per frequenze inferiori a 3 MHz per circuiti stampati - Parte 7: Specifica di dettaglio per connettori a 8 vie, comprendenti connettori fissi e liberi con caratteristiche di accoppiamento comuni, di qualità assicurata.
- CEI UNI EN 50194-1: Apparecchi elettrici per la rivelazione di gas combustibili in ambienti domestici Parte 1: Metodi di prova e requisiti di prestazione.
- CEI EN 50291-1: Apparecchi elettrici per la rivelazione di monossido di carbonio in ambienti domestici – parte 1: Metodi di prova e prescrizioni di prestazione.
- CEI UNI EN 50244: Apparecchi elettrici per la rivelazione di gas combustibili in ambienti domestici - Guida alla scelta, installazione, uso e manutenzione.

- UNI 11522:2014: Rivelatori di gas combustibili e monossido di carbonio per ambienti domestici e simili - Installazione e manutenzione.
- CEI 216-8: Rivelatori da incasso di gas combustibile per ambienti domestici. Metodi di prova e prescrizioni di prestazioni.
- CEI 23-95: Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente destinati ad essere incorporati o associabili a prese fisse (SRCBO).
- CEI 23-96: Prese interbloccate con dispositivo a corrente differenziale con sganciatori di sovracorrente per installazione fissa per uso domestico e similare (PID).
- CEI 23-97: Prese interbloccate con interruttori automatici magnetotermici per installazione fissa per uso domestico e similare (PIA).
- CEI EN 61558-2-5: Sicurezza dei trasformatori, delle unità di alimentazione e simili Parte 2-5: Prescrizioni particolari per trasformatori per rasoi e unità di alimentazione per rasoi.
- CEI EN 62094-1: Indicatori luminosi per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare Parte 1: Prescrizioni generali.
- CEI EN 62080: Dispositivi di segnalazione sonora per usi domestici e simili.
- CEI EN 50131: Sistemi di allarme - Sistemi di allarme intrusione e rapina.
- CEI EN 60730: Dispositivi di controllo automatico per uso domestico e similare.
- CEI EN 61643-11: Limitatori di sovratensioni di bassa tensione - Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione - Prescrizioni e prove.

La serie deve:

- comprendere apparecchi da un modulo e può comprendere apparecchi da ½, 2 o più moduli;
- consentire l'installazione di almeno 3 apparecchi da un modulo nelle scatole rettangolari normalizzate secondo la CEI 23-74;
- permettere il fissaggio rapido degli apparecchi senza vite al proprio supporto e rimozione con attrezzo;
- permettere il fissaggio delle placche a pressione con o senza viti;
- consentire la compensazione dello spessore della tappezzeria di almeno 1 mm.

GAMMA BASE

Comando (CEI EN 60669-1 e CEI EN 60669-2-2 e CEI EN 60669-2-1): con possibilità di disporre di comandi luminosi o indicazioni fluorescenti per soddisfare le esigenze del D.P.R. 503 del 1996 e D.M. 236 del 1989. Interruttori uni e bipolari, deviatori, invertitori, con corrente nominale non inferiori a 10A; pulsanti, pulsanti a tirante con correnti nominali non inferiori a 2°; interruttori ad infrarosso passivo (IR).

Controllo (CEI EN 60669-2-1): Regolatori di intensità luminosa

Prese di corrente (CEI 23-50):

2P+T, 10A – Tipo P11

2P+T, 16A – Tipo P17, P17/11, P30, ecc.

Protezione contro le sovracorrenti (CEI EN 60898-1):

interruttori automatici magnetotermici con caratteristica C da 6 A, 10 A, 16 A e potere di interruzione non inferiore a 1500 A.

Segnalazioni ottiche ed acustiche:

spie luminose (CEI EN 62094-1)

suonerie, ronzatori (CEI EN 62080).

Prese di segnale per trasmissione dati:

☐ RJ45

Prese Tv:

☐ terrestre

☐ satellitare

Prese Telefoniche: RJ11- RJ12

7.2 Scatole da incasso per apparecchi della serie civile – Novembre 2015

Le scatole da incasso per apparecchi della serie civile devono essere conformi alla Norma CEI EN 60670-1.

Nota: Le scatole dimensionalmente normalizzate permettono l'intercambiabilità delle varie serie civili.

7.3 Contenitori da parete per apparecchi della serie civile - ambienti ordinari

I contenitori per ambienti ordinari devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 6067023 -1 48

7.4 Contenitori da parete per apparecchi della serie civile - ambienti speciali

I contenitori per ambienti speciali (per esempio: umidi, bagnati, a maggior rischio in caso di incendio) devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI 60670-1

Esecuzione con contenitori muniti di coperchio o membrana elastica.

7.5 Torrette portapparecchi della serie civile

Le torrette portapparecchi della serie civile devono avere le seguenti caratteristiche:

Riferimenti normativi:

- CEI EN 500085-2-4 (CEI 23-108) - Sistemi di canali e di condotti per installazioni elettriche - Parte 2-4: Prescrizioni particolari per colonne e torrette

Indicazioni di buona tecnica:

Le torrette devono consentire la realizzazione di circuiti relativi ad almeno 2 servizi indipendenti (esempio: energia – telefonia – trasmissione dati).

8. CONTROLLO, VERIFICHE E COLLAUDO

8.1 Verifica per la messa in servizio di un impianto elettrico

Durante la realizzazione e in ogni caso prima di essere messo in servizio, ogni impianto deve essere verificato a vista e provato dall'installatore secondo la Norma CEI 64-8 parte 6 e le raccomandazioni riportate nella Guida CEI 64-14.

L'esame a vista (art. 61.2 della Norma 64-8) di un impianto elettrico consiste nell'accertare che i componenti elettrici siano:

- conformi alle prescrizioni di sicurezza delle relative Norme (questo può essere accertato dalla presenza di marchi o di certificazioni)
- scelti correttamente e messi in opera in accordo con le prescrizioni della Norma 64-8 e con le istruzioni dei relativi costruttori
- non siano visibilmente danneggiati in modo tale da compromettere la sicurezza

Le prove (art.61.3 della Norma 64-8) su un impianto elettrico consistono nell'effettuazione di misure o altre operazioni atte ad accertare l'efficienza dello stesso.

La sopra citata Norma CEI prescrive, per quanto applicabili, le seguenti prove preferibilmente nell'ordine indicato:

- a) continuità dei conduttori di protezione e dei conduttori equipotenziali principali e supplementari
- b) resistenza di isolamento dell'impianto elettrico
- c) protezione per separazione dei circuiti nel caso di sistemi SELV e PELV e nel caso di separazione elettrica
- d) resistenza di isolamento dei pavimenti e delle pareti
- e) protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione
- f) protezione addizionale
- g) prove di polarità
- h) prova dell'ordine delle fasi
- i) prove di funzionamento
- j) caduta di tensione

Nel caso in cui qualche prova indichi la presenza di un difetto, tale prova (e ogni altra prova precedente) che possa essere stata influenzata dal difetto segnalato devono essere ripetute dopo l'eliminazione del difetto stesso.

Le verifiche devono essere effettuate da persona esperta, competente in lavori di verifica.

A verifica completata deve essere redatto il seguente "Rapporto di verifica" che riporta il controllo di tutti i principali aspetti di buona tecnica previsti dalla Norma CEI 64-8.

RAPPORTO DI VERIFICA

8.2 Collaudo

Per i collaudi dei macchinari, dei quadri, ecc., per i quali le norme CEI richiedono l'esecuzione di prove presso l'officina del costruttore, l'Impiantista dovrà esibire al committente, prima dell'installazione degli equipaggiamenti, il relativo certificato di prova. Durante e dopo l'esecuzione dei lavori dovranno essere eseguite verifiche sugli impianti:

- Verifica qualitativa e quantitativa del materiale costituente la fornitura e controllo della corrispondenza alle prescrizioni contrattuali
- Verifica della corrispondenza di fasi e colorazioni
- Accertamento della rispondenza alle norme CEI sugli impianti elettrici
- Verifica del tipo, del dimensionamento e delle marchiature previste per i componenti, in relazione alle condizioni di posa ed ai carichi degli utilizzatori
- Verifica della sfilabilità dei cavi
- Verifica del dimensionamento dei tubi protettivi in riferimento al numero ed alla sezione dei cavi installati
- Misura della resistenza di isolamento
- Verifica delle protezioni contro le sovracorrenti
- Verifica delle protezioni contro i contatti diretti
- Verifica delle protezioni contro i contatti indiretti
- Misura della resistenza di terra

La procedura di accettazione dei lavori da parte del Committente comprende le seguenti fasi:

- **Accettazione Provvisoria:** da effettuarsi entro 30 giorni dalla data del verbale di ultimazione lavori.
 - In caso di risultato positivo la Committente dovrà avere la facoltà di uso delle opere.
 - In caso negativo l'Assuntore dovrà eliminare i difetti riscontrati.
 - Ad eliminazione effettuata si provvederà ad altra accettazione provvisoria.
- **Accettazione Definitiva:** da effettuarsi entro 12 mesi dalla data del verbale di ultimazione lavori.
 - In caso di osservazioni da parte della Committente, l'Assuntore dovrà provvedere agli interventi di adeguamento necessari richiesti.
 - Ad esecuzione degli interventi effettuati si dovrà provvedere ad un nuovo collaudo che in caso di esito positivo comporterà l'accettazione dei lavori. L'Assuntore dovrà provvedere a tutto quanto necessario per i collaudi in termini di strumenti di misura, manodopera e assistenza.

Le modalità di esecuzione dei collaudi degli impianti elettrici dovranno essere quelle previste dalle seguenti Norme CEI:

- CEI 64-14 "Guida alle Verifiche degli Impianti Elettrici Utilizzatori".
- CEI 11-1 "Impianti Elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata".

I collaudi dei Quadri Elettrici con riferimento alle Norme CEI:

- CEI 17.6 “Apparecchiatura prefabbricata con involucro metallico per tensione da 1 a 52 KV”.
- CEI 17.13/1 “Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione (Quadri BT) - Parte 1: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) ed apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”.
- CEI 17.21 “Prescrizioni comuni per l'apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione”.

Dovranno essere eseguite dal Costruttore e/o da Laboratorio di Misure alla presenza della Committente. L'Assuntore dovrà comunicare alla Committente, con congruo anticipo, la data dei collaudi dei Quadri Elettrici.

ART. A8: COLLAUDO DEFINITIVO DEGLI IMPIANTI E GARANZIA

Sono a carico della ditta assuntrice tutte le spese inerenti al collaudo di tutti gli impianti. Per questi ultimi la ditta metterà a disposizione della Direzione Lavori sia il personale, che le apparecchiature e strumentazioni occorrenti.

Resta stabilito che gli impianti si intendono completi, funzionanti, eseguiti a regola d'arte e controllabili in ogni loro parte. Tutte le opere ritenute non conformi alle prescrizioni inoltrate, saranno smantellate e rifatte a cura e spese dell'Impresa aggiudicatrice.

La ditta esecutrice dell'impianto elettrico si impegna a offrire e garantire l'assistenza tecnica gratuita della durata di mesi dodici, intesa come sostituzione di eventuali apparecchiature e/o parti di apparecchiature e/o parti di impianto difettose, nonché la relativa mano d'opera e spese di trasporto. Si escludono dalla garanzia guasti a seguito di manomissioni, dolo, devastazioni, fulmini, inondazioni e terremoti.

Il Committente ha la facoltà di richiedere, anche durante il corso del lavoro, l'allontanamento e la sostituzione, a spese dell'Assuntore, dei materiali e manufatti che risultino a suo giudizio non rispondenti alle prescrizioni contrattuali o che fossero danneggiati durante il trasporto e l'immagazzinamento. Resta comunque impregiudicato il diritto del Committente di formulare la relativa accettazione successivamente in sede di collaudo.

In sede di collaudo provvisorio il Committente provvederà alla constatazione che le opere, gli impianti e le forniture presentino i requisiti prescritti in contratto.

L'assuntore è tenuto ad eseguire immediatamente a sue spese smontaggi, rifacimenti, riparazioni, sostituzioni e quegli altri lavori che a seguito delle operazioni di collaudo saranno risultati necessari. In sede di collaudo definitivo si accerterà se l'Assuntore abbia provveduto ad eseguire detti lavori.

Il Committente si riserva il diritto di utilizzare gli impianti, anche se l'esito del collaudo provvisorio è sfavorevole, rilasciando all'Assuntore, su richiesta dello stesso, un documento di presa di consegna.

Il collaudo definitivo sarà dichiarato favorevole se l'Assuntore avrà ottemperato alle prescrizioni contrattuali ed alle disposizioni impartitegli in sede di collaudo provvisorio e gli impianti produrranno le prestazioni funzionali e di rendimento indicate o richieste nel progetto.

In nessun caso le divergenze con il committente daranno diritto all'assuntore di rifiutarsi ad ottemperare alle disposizioni impartite dal Committente né potranno impedire che il Committente usufruisca dell'oggetto del contratto.

Ad impianto ultimato si dovrà provvedere alle seguenti verifiche:

- rispondenza degli impianti alle disposizioni di legge in particolare al D.Lgs. n. 81/2008 del 9/4/2008
- rispondenza degli impianti alle prescrizioni dei VV.F.
- rispondenza alle prescrizioni particolari inserite nella descrizione tecnica ed in particolare modo alle Norme UNI 9795
- rispondenza dell'impianto alla legge n.186 del 1/3/1968 (Norme C.E.I.)

Tutte le verifiche e prove dovranno essere programmate ed eseguite nei giorni concordati con la D.L. ed alla presenza dei rappresentanti dell'Appaltatore.

Durante l'esecuzione delle opere dovranno essere eseguite tutte le verifiche quantitative, qualitative e funzionali, indicate nelle specifiche allegate, in modo che esse risultino soddisfatte prima della dichiarazione di ultimazione dei lavori.

Di seguito sono elencate le principali verifiche che dovranno essere eseguite sugli impianti.

Esame a vista

Dovrà essere eseguita una ispezione visiva per accertare che gli impianti siano stati realizzati nel rispetto delle prescrizioni delle norme generali, e delle norme particolari riferite all'impianto in oggetto.

I controlli a vista dovranno comprendere la verifica della corretta installazione e rispondenza funzionale dei dispositivi (ad esempio, il controllo delle protezioni volumetriche con misura dell'area protetta), la verifica della classe di protezione che deve risultare adeguata alle condizioni di installazione (ambienti umidi, esterno, ecc.), l'identificazione dei conduttori, ecc.

Collaudi

Prima della consegna degli impianti alla Committente ed alla presenza del personale della stessa, dovrà essere effettuato un collaudo.

Tale collaudo dovrà accertare, mediante ricognizione e prove di funzionamento, che i vari componenti non presentino difetti manifesti e che l'impianto sia in grado di assicurare tutte le funzioni previste e richieste.

Documentazione dell'impianto

In occasione del collaudo l'Appaltatore dovrà fornire alla Committente il complesso di documenti definitivi delle opere eseguite, come di seguito indicati:

- una copia dei disegni degli impianti “As Built” in formato cartaceo e una copia su supporto magnetico
- una documentazione completa degli impianti installati, contenente:
 - schemi funzionali ed identificazione delle apparecchiature con riferimento alle loro targhette;
 - manuali d'uso;
 - elenco delle parti di ricambio fornite in dotazione (se fornite);
 - operazioni di manutenzione programmata consigliate.

La documentazione di cui sopra sarà raccolta in cartelle rilegate e munite di indici ed elenchi numerati per una rapida ed agevole consultazione.

Corsi di istruzione

Dopo il completamento dei lavori, l'Appaltatore dovrà mettere a disposizione tecnici competenti, per un periodo sufficiente da concordare con la D.L., durante il quale i tecnici operatori della Committente saranno istruiti in merito al funzionamento ed alla manutenzione degli impianti installati.

8.3 Obblighi ed oneri generali e speciali

Opere accessorie e provvisionali

Salvo differenti indicazioni espresse nel Capitolato speciale d'appalto, debbono intendersi per opere provvisionali comprese nell'appalto, tutte le opere accessorie direttamente connesse all'esecuzione degli impianti, come ad esempio: apertura e chiusura di tracce, fori passanti nei muri e nei pavimenti, muratura di grappe, sostegni e simili, ecc., mentre sono escluse dall'appalto le opere murarie e di specializzazione edile, nonché quelle altre opere di rifinitura in genere, conseguenti ad impianti ultimati, come: ripresa di intonaci, di tinte, ecc. e tutto ciò che non fa parte del ramo d'arte della ditta appaltatrice.

Le prestazioni di ponti e di sostegni di servizio e di ogni altra opera provvisoria occorrente per l'esecuzione degli impianti, devono far carico alla ditta appaltatrice, salvo il caso che per la contemporanea esecuzione delle opere edilizie, le anzidette opere provvisorie già esistano in loco, nel qual caso la ditta appaltatrice potrà fruirne. Il Capitolato speciale d'appalto darà precisazioni al riguardo.

Espropri, servitù, permessi, danni a terzi

Sono a carico dell'Appaltante gli espropri, le servitù, i permessi, mentre restano a carico della ditta appaltatrice i danni dovuti ad inesperienza o negligenza propria o del proprio personale, o ad impropria modalità di esecuzione dei lavori.

Danni di forza maggiore

Nei casi nei quali il Capitolato speciale d'appalto non escluda ogni compenso per danni cagionati da forza maggiore, o quando in esso capitolato non si stabiliscano termini maggiori, questi danni devono essere denunciati immediatamente ed in nessun caso, sotto pena di decadenza, oltre i cinque giorni da quello dell'avvenimento.

Il compenso per quanto riguarda i danni alle opere, è limitato all'importo dei lavori necessari per l'occorrente riparazione valutati ai prezzi ed alle condizioni di contratto.

Nessun compenso è dovuto quando a determinare il danno abbia concorso la colpa della ditta appaltatrice o delle persone delle quali essa è tenuta a rispondere.

Fratanto, la ditta appaltatrice non può, sotto alcun pretesto, sospendere o rallentare l'esecuzione dei lavori, tranne in quelle parti per le quali lo stato delle cose debba rimanere inalterato sino a che non sia eseguito l'accertamento dei fatti, a norma dell'art. 348 della legge sui lavori pubblici.

Lavori provvisori

Saranno pagati a parte, gli eventuali lavori provvisori (come ad esempio: allacciamenti ed installazioni temporanee), ordinati di volta in volta per iscritto dalla Direzione dei lavori, salvo il caso che non sia previsto un compenso a corpo.

Magazzini

Per le opere da eseguire, l'Appaltante metterà a disposizione della ditta appaltatrice i necessari locali, ove esistano, per il deposito dei materiali.

La ditta appaltatrice è tenuta a spostare il magazzino entro il termine assegnato, qualora i locali dovessero essere resi liberi.

Disciplina nel cantiere

La ditta appaltatrice é tenuta ad osservare ed a far osservare al proprio personale la disciplina comune a tutte le maestranze del cantiere. Essa é obbligata ad allontanare quei suoi dipendenti che al riguardo non fossero bene accettati all'Appaltante, nei termini previsti dall'art. 15 del vigente Capitolato generale di appalto.

Sorveglianza

Nel caso di impianti in fabbricati in costruzione, la sorveglianza dei magazzini messi a disposizione della ditta appaltatrice rientra nella guardiania generale del cantiere.

Per la sorveglianza dei materiali già in opera, l'Appaltante, a richiesta della ditta appaltatrice, disporrà affinché questa possa direttamente provvedervi.

Divieto di cessione di contratto

E' vietato alla ditta appaltatrice di cedere o subappaltare in tutto od in parte l'opera appaltata; potrà solo affidare, previo consenso dell'Appaltante, l'esecuzione di parziali lavori a ditte specializzate, rimanendo però sempre essa responsabile verso l'Amministrazione stessa.

Domicilio della ditta appaltatrice

La ditta appaltatrice ha l'obbligo di comunicare durante il corso del contratto, le variazioni eventuali del proprio domicilio legale.

ONERI DIVERSI A CARICO DELL'APPALTATORE

Oltre a tutte le spese obbligatorie e prescritte dagli artt. 16 e 17 e 18 del Capitolato Generale del Ministero dei LL.PP. ed a quanto specificato nel presente Capitolato, sono a carico dell'Appaltatore tutti gli oneri qui appresso indicati che si intendono compensati nei prezzi dei lavori a misura di cui al precedente art. 2 e ad elenco prezzi:

- a) tutte le spese di contratto come spese di registrazione del contratto, diritti e spese contrattuali, contributi a favore della Cassa per gli Ingegneri ed Architetti, ed ogni altra imposta inerente ai lavori, ivi compreso il pagamento dei diritti dell'U.T.C., se ed in quanto dovuti a sensi dei Regolamenti comunali vigenti;
- b) le spese per l'adozione di tutti i provvedimenti e di tutte le cautele necessarie per garantire la vita e l'incolumità agli operai, alle persone addette ai lavori ed ai terzi, nonché per evitare danni ai beni pubblici e privati. Ogni responsabilità ricadrà, pertanto, sull'Appaltatore, con pieno sollievo tanto dell'Appaltante quanto del personale da essa preposto alla direzione e sorveglianza;
- c) le spese per l'installazione ed il mantenimento in perfetto stato di agibilità e di nettezza di locali o baracche ad uso ufficio per il personale dell'Appaltante, sia nel cantiere che nel sito dei lavori secondo quanto sarà indicato all'atto dell'esecuzione. Detti locali dovranno avere una superficie idonea al fine per cui sono destinati con un arredo adeguato;
- d) le spese occorrenti per mantenere e rendere sicuro il transito ed effettuare le segnalazioni di legge, sia diurne che notturne, sulle strade in qualsiasi modo interessate dai lavori;

- e) il risarcimento dei danni di ogni genere o il pagamento di indennità a quei proprietari i cui immobili, non espropriati dall'Appaltante, fossero in qualche modo danneggiati durante l'esecuzione dei lavori;
- f) le occupazioni temporanee per formazione di cantieri, baracche per alloggio di operai ed in genere per tutti gli usi occorrenti all'Appaltatore per l'esecuzione dei lavori appaltati. A richiesta, dette occupazioni, purché riconosciute necessarie, potranno essere eseguite direttamente dall'Appaltante, ma le relative spese saranno a carico dell'Appaltatore;
- g) le spese per esperienze, assaggi e prelevamento, preparazione ed invio di campioni di materiali da costruzione forniti dall'Appaltatore agli Istituti autorizzati di prova indicati dall'Appaltante, nonché il pagamento delle relative spese e tasse con il carico della osservanza sia delle vigenti disposizioni regolamentari per le prove dei materiali da costruzione in genere, sia di quelle che potranno essere emanate durante il corso dei lavori e così anche durante le operazioni di collaudo dei campioni potrà essere ordinata la conservazione nell'ufficio della Direzione dei lavori o nel cantiere, munendoli di suggelli a firma del Direttore dei lavori e dell'Appaltatore nei modi può adatti a garantire la autenticità;
- h) le spese per l'esecuzione ed esercizio delle opere ed impianti provvisori, qualunque sia l'entità, che si rendessero necessari sia per deviare le correnti d'acqua e proteggere da essa gli scavi, le murature e le altre opere da eseguire, sia per provvedere agli esaurimenti delle acque stesse, provenienti da infiltrazioni dagli allacciamenti nuovi o già esistenti o da cause esterne, il tutto sotto la propria responsabilità;
- i) l'onere per custodire e conservare qualsiasi materiale di proprietà dell'Appaltante, in attesa della posa in opera e quindi, ultimati i lavori, l'onere di trasportare i materiali residuati nei magazzini o nei depositi che saranno indicati dalla Direzione dei lavori;
- j) le spese per concessioni governative e specialmente quelle di licenze per la provvista e l'uso delle materie esplosive, come pure quelle occorrenti per la conservazione, il deposito e la custodia delle medesime e per gli allacciamenti idrici ed elettrici;
- k) la fornitura, dal giorno della consegna dei lavori, sino a lavoro ultimato, di strumenti topografici, personale e mezzi d'opera per tracciamenti, rilievi, misurazioni e verifiche di ogni genere. Tali progetti (disegni e calcoli) saranno consegnati alla Direzione dei lavori in n. 3 copie, unitamente ad un lucido di tutti gli elaborati.
- l) Qualora l'Appaltante fornisca, per determinate opere d'arte o parte di esse, il progetto completo di calcoli statici, la verifica di detti calcoli dovrà essere eseguita dall'Appaltatore. L'Appaltatore perciò dovrà dichiarare, per iscritto prima dell'inizio dei relativi lavori e provviste, di aver preso conoscenza del progetto, averne controllato i calcoli statici a mezzo di ingegnere di sua fiducia (qualora l'Appaltatore stesso non rivesta tale qualità) concordando nei risultati finali e di riconoscere quindi il progetto perfettamente attendibile e di assumere piena ed intera responsabilità tanto del progetto come dell'esecuzione dell'opera;
- m) la custodia e la manutenzione di tutte le opere eseguite, in dipendenza dell'appalto, fino alla data di approvazione del certificato di collaudo definitivo. Tale manutenzione comprende tutti i lavori di riparazione dei danni che si verificassero alle opere eseguite e quanto occorre per dare all'atto del collaudo le opere stesse in perfetto stato, rimanendo esclusi solamente i danni prodotti da forza maggiore e sempre che l'Appaltatore ne faccia regolare denuncia;

- n) la spesa per la raccolta periodica delle fotografie relative alle opere appaltate, durante la loro costruzione e ad ultimazione avvenuta, che saranno volta per volta richieste dalla Direzione dei lavori. Le fotografie saranno del formato 18x24 e di ciascuna di esse saranno consegnate tre copie in carta al bromuro, unitamente alla negativa. Sul tergo delle copie dovrà essere posta la denominazione dell'opera e la data del rilievo fotografico;
- o) la fornitura all'Ufficio tecnico comunale, entro i termini prefissi dallo stesso, di tutte le notizie relative all'impiego della mano d'opera, notizie che dovranno pervenire in copia anche alla Direzione dei lavori.
- p) In particolare si precisa che l'Appaltatore ha l'obbligo di comunicare mensilmente al Direttore dei lavori il proprio calcolo dell'importo netto dei lavori eseguiti nel mese, nonché il numero delle giornate-operaio impiegate nello stesso periodo. Il Direttore dei lavori ha il diritto di esigere dall'Appaltatore la comunicazione scritta di tali dati entro il 25 di ogni mese successivo a quello cui si riferiscono i dati. La mancata ottemperanza dell'Appaltatore alle precedenti disposizioni sarà considerata grave inadempienza contrattuale;
- q) oltre quanto prescritto al precedente comma g) relativamente alle prove dei materiali da costruzione, saranno sottoposti alle prescritte prove, nell'officina di provenienza, anche le tubazioni, i pezzi speciali e gli apparecchi che l'Appaltatore fornirà. A tali prove presenzieranno i rappresentanti dell'Appaltante e l'Appaltatore sarà tenuto a rimborsare all'Appaltante le spese all'uopo sostenute.

Quando l'Appaltatore non adempia a tutti questi obblighi, L'Appaltante sarà in diritto - previo avviso dato per iscritto, e restando questo senza effetto, entro il termine fissato nella notifica - di provvedere direttamente alla spesa necessaria, disponendo il dovuto pagamento a carico dell'Appaltatore. In caso di rifiuto o di ritardo di tali pagamenti da parte dell'Appaltatore, essi saranno fatti d'ufficio e l'Appaltante si rimborserà della spesa sostenuta sul prossimo acconto.

Sarà applicata una penale pari al 10% sull'importo dei pagamenti derivati dal mancato rispetto degli obblighi sopra descritti nel caso che ai pagamenti stessi debba provvedere l'Appaltante.

Tale penale sarà ridotta del 5% qualora l'Appaltatore ottemperi all'ordine di pagamento entro il termine fissato nell'atto di notifica.

ONERI A CARICO DELL'ASSUNTORE

E' a carico dell'Assuntore la fornitura in opera di tutti i manufatti necessari per l'esecuzione degli impianti e gli oneri generali connessi, descritti o meno nel presente capitolato.

OPERE A CARICO DELL'INSTALLATORE

L'installatore dovrà garantire che l'impianto sia eseguito a regola d'arte utilizzando materiali idonei (certificati, ovunque possibile, dal marchio di qualità IMQ) e verificare l'efficienza delle parti di impianto eventualmente già esistenti.

Sono a totale carico dell'installatore, sia sotto l'aspetto economico che per quanto riguarda la responsabilità:

- gli oneri di trasferta, trasporto, ecc. di tutto il personale addetto al montaggio, alle prove e ai collaudi, compresa la garanzia;
- il trasporto in cantiere dei materiali;
- lo scarico da automezzo e tiro in opera delle apparecchiature e dei mezzi d'opera;
- l'immagazzinamento in aree da definirsi e la relativa guardiania;
- le opere provvisorie (trabattelli, ponteggi fissi ecc.) necessarie alla posa dei materiali;
- la "pulizia fine" successiva al completamento dei lavori nelle varie zone, onde consentire l'esecuzione delle opere di finitura;
- la pulizia finale con allontanamento di tutti i materiali di risulta;
- il montaggio ed il collegamento in opera delle apparecchiature;
- l'avviamento, la taratura, l'assistenza al collaudo ed il coordinamento di tutti gli interventi in garanzia sino all'esito favorevole del collaudo provvisorio e definitivo;
- l'istruzione del personale del Committente necessario per la manutenzione dell'impianto;
- la fornitura e posa delle targhette;
- l'assistenza ai collaudi degli enti preposti;
- la demolizione ed il rifacimento delle opere che a giudizio della D.L. non risultassero eseguite a perfetta regola d'arte o non conformi al progetto;
- il fissaggio di staffaggi per tubazioni, canali ed apparecchiature.
- fornitura ed installazione degli impianti, dei materiali e delle apparecchiature. In particolare l'appaltatore dovrà essere responsabile dell'esecuzione dei lavori di sua competenza;
- fornitura ed installazione di tutto quanto occorrente per rendere l'impianto perfettamente funzionante, anche se non espressamente citato nella presente relazione di progetto;
- fornitura della documentazione tecnica: disegni di montaggio e cataloghi;
- definizione dell'interferenza dell'impianto elettrico ed eventuale coordinamento con altri impianti presenti nello stabile e con le opere murarie;
- prove di materiali, apparecchiature e componenti degli impianti quando ciò sia richiesto dalla Direzione Lavori in caso di insufficiente documentazione del costruttore o del fornitore;

- campionatura, su richiesta della Direzione Lavori;
- oneri relativi alla consegna dell'impianto;
- pulizia dei locali e smaltimento dei materiali di risulta;
- disegni esecutivi relativi all'impianto realizzato;
- verifiche preliminari;
- **dichiarazione di conformità:** al termine dei lavori la Società Installatrice dovrà rilasciare la “Dichiarazione di Conformità” dell'impianto, attestante che i lavori sono stati eseguiti sulla base del progetto e in osservanza alle vigenti norme e leggi.
- Si ricorda inoltre che ogni qualvolta dovessero essere realizzate modifiche sull'impianto elettrico oppure interventi di manutenzione straordinaria, dovrà essere rilasciata la “Dichiarazione di Conformità” dei lavori eseguiti, accompagnata dall'aggiornamento del Progetto.

ONERI A CARICO DEL COMMITTENTE

Sono a carico del Committente i seguenti oneri:

- l'imposta di registro del contratto di appalto e spese relative;
- l'imposta sul valore aggiunto e l'imposta di bollo eventualmente dovuta sui pagamenti;
- le pratiche, spese, tasse e depositi relative alle pratiche igienico - edilizie, per la licenza di agibilità o abitabilità, per la visita dei Vigili del Fuoco e delle altre autorità competenti, da effettuarsi per l'utilizzazione definitiva dei fabbricati;
- le pratiche, spese, tasse, depositi e contributi dovuti ai vari Enti per dotare i fabbricati delle utenze definitive di energia elettrica, acqua potabile, gas, telefono, ecc.;
- le competenze professionali inerenti la progettazione, la direzione lavori ed il collaudo delle opere appaltate.

8.4 Verifica della sovratemperatura dei quadri

Verifica sovratemperatura secondo CEI 17-43

Campo di applicazione (CEI 17-43 § 2)

Il presente metodo si applica ad ANS chiuse in involucri o a scomparti separati di ANS senza ventilazione forzata.

Note:

1. *L'influenza dei materiali e lo spessore delle pareti usualmente adottati per gli involucri sulle temperature a regime è trascurabile. Il metodo è perciò applicabile agli involucri in lamiera d'acciaio, in lamiera di alluminio, in ghisa, in materiali isolanti e similari.*
2. *Per ANS di tipo aperto e con protezione frontale, non è necessaria la determinazione delle sovratemperature qualora sia evidente che le temperature dell'aria non sono suscettibili di eccessivi aumenti.*

Oggetto (CEI 17-43 § 3)

Il metodo proposto permette di determinare la sovratemperatura dell'aria all'interno dell'involucro.

Nota:

La temperatura dell'aria interna all'involucro è uguale alla temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'involucro più la sovratemperatura dell'aria interna all'involucro dovuta alla potenza dissipata dall'apparecchiatura installata.

Salvo specificazione contraria, la temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'ANS è la temperatura specificata per ANS per installazione all'interno (valore medio su 24 ore) di 35°C. se la temperatura dell'aria ambiente all'esterno dell'ANS nel luogo di utilizzo supera i 35°C, questa temperatura più elevata è considerata la temperatura dell'aria ambiente dell'ANS.

Condizioni di applicazione (CEI 17-43 § 4)

Questo metodo di calcolo è applicabile solo se sono soddisfatte le seguenti condizioni:

- la ripartizione della potenza dissipata all'interno dell'involucro è sostanzialmente uniforme;
- l'apparecchiatura installata è disposta in modo da non ostacolare, se non in maniera modesta, la circolazione dell'aria;
- l'apparecchiatura installata è prevista per c.c. o per c.a. fino a 60 Hz compresi, con la somma delle correnti dei circuiti di alimentazione non superiore a 3150 A;

- i conduttori che trasportano le correnti elevate e le parti strutturali sono disposti in modo che le perdite per correnti parassite siano trascurabili;
- per gli involucri con aperture di ventilazione, la sezione delle aperture d'uscita dell'aria è almeno 1,1 volte la sezione delle aperture di entrata;
- non ci sono più di tre diaframmi orizzontali nell'ANS o in uno dei suoi scomparti;
- qualora gli involucri con aperture esterne di ventilazione siano suddivisi in celle, la superficie delle aperture esterne di ventilazione in ogni diaframma interno orizzontale deve essere almeno uguale al 50% della sezione orizzontale della cella.

Informazioni necessarie per il calcolo (CEI 17-43 § 5.1)

Per calcolare la sovratemperatura dell'aria all'interno di un involucro sono necessari i seguenti dati:

- dimensioni dell'involucro: altezza/larghezza/profondità;
- tipo di installazione dell'involucro;
- progetto dell'involucro, per esempio con o senza aperture di ventilazione;
- numero di diaframmi orizzontali interni;
- potenze dissipate effettive dell'apparecchiatura installata nell'involucro;
- potenze dissipate effettive (P_n) dei conduttori.

Fattore nominale di contemporaneità (CEI 17-13/1 § 4.7)

(Valore K di riferimento per il calcolo delle potenze dissipate)

Il fattore nominale di contemporaneità di una APPARECCHIATURA o di parte di essa avente diversi circuiti principali (per esempio uno scomparto o una frazione di scomparto), è il rapporto tra il valore massimo della somma, in un momento qualsiasi, delle correnti effettive che passano in tutti i circuiti principali considerati e la somma delle correnti nominali di tutti i circuiti principali dell'APPARECCHIATURA o della parte considerata di questa.

Quando il costruttore assegna un fattore nominale di contemporaneità, questo fattore deve essere usato per la prova di sovratemperatura conformemente alla 8.2.1.

Nota: In assenza di informazioni relative ai valori delle correnti effettive, possono essere utilizzati i seguenti valori convenzionali:

Numero di circuiti	Fattore di contemporaneità
2 e 3	0,9
4 e 5	0,8
6 e 9 (compreso)	0,7
10 e oltre	0,6

Tali coefficienti sono utilizzati sulle partenze; mentre sugli arrivi si effettua la sommatoria delle **I_n a valle** e se tale somma è inferiore alla **I_n del generale** ne si esegue il **rapporto** se non si imposta il valore di **K pari a 1**.

Verifica sovratemperatura secondo CEI 23-51

Campo di applicazione (23-51 § 1.2)

La presente Norma Sperimentale si applica ai quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare realizzati assemblando involucri vuoti, conformi alla Norma Sperimentale CEI 23-49, con dispositivi di protezione ed apparecchi elettrici che nell'uso ordinario dissipano una potenza non trascurabile.

Tali quadri devono essere:

- adatti ad essere utilizzati a temperatura ambiente normalmente non superiore a 25 °C ma che occasionalmente può raggiungere i 35 °C;
- destinati all'uso in corrente alternata con tensione nominale non superiore a 440 V;
- con corrente nominale in entrata non superiore a 125 A (vedi Nota 1);
- con corrente presunta di cortocircuito nominale non superiore a 10 kA o protetti da dispositivi di protezione limitatori di corrente aventi corrente di picco limitata non eccedente 17 kA in corrispondenza della corrente presunta di cortocircuito massima ammissibile ai terminali dei circuiti di entrata del quadro;
- destinati ad incorporare apparecchi di protezione e manovra per uso domestico e similare con corrente nominale non superiore a 125 A.

Note:

1. Se il quadro è alimentato da più linee contemporaneamente, tale limite si riferisce alla somma delle correnti entranti.

2. In mancanza di Norme per altri tipi di quadri, la presente Norma può fornire indicazioni per la loro realizzazione purché venga rispettato quanto indicato nel presente paragrafo.

La presente Norma Sperimentale non prende in considerazione gli involucri da parete, da incasso e semiincasso destinati ad apparecchi facenti parte di serie per uso domestico e similare quali ad esempio interruttori elettronici, prese a spina, relè, piccoli interruttori differenziali o differenziali magnetotermici o piccoli interruttori automatici (vedi Norma CEI 23-49).

Si intendono apparecchi facenti parte di serie per uso domestico e similare quelli che si installano nelle scatole di cui alla Norma CEI 23-74.

Fattore di contemporaneità (23-51 § 4.9)

(Valore K di riferimento per il calcolo delle potenze dissipate)

Coefficiente che tiene conto della probabilità che tutti i carichi collegati ai circuiti di uscita possano essere utilizzati contemporaneamente.

Esso si applica ai circuiti di uscita del quadro.

Il fattore di contemporaneità (K) può essere fissato tenendo conto:

- del tipo di utenza (abitazione, ufficio, negozio);
- della natura dei carichi e loro utilizzazione nella giornata;
- del rapporto tra la corrente nominale del quadro (I_{nq}) e la somma delle correnti di tutti gli apparecchi di protezione e manovra in uscita (I_{nu}).

In mancanza di informazioni sui valori effettivi delle correnti in uscita dei circuiti del quadro, si può fare ricorso ai seguenti valori:

Numero di circuiti	Fattore di contemporaneità
2 e 3	0,8
4 e 5	0,7
6 e 9 (compreso)	0,6
10 e oltre	0,5

Quadri con corrente nominale monofase minore o uguale a 32 A (CEI 23-51 § 6.2)

Sui quadri, con corrente nominale monofase minore o uguale a 32 A, si devono effettuare soltanto le verifiche prescritte ai punti 1 e 11 della Tabella 1 di pagina 9 di tale norma.

Nota Nel caso in cui il quadro abbia masse, si deve effettuare anche la prova 9 relativa all'efficienza del circuito di protezione.

Per la dichiarazione di conformità del quadro alla regola dell'arte è stato predisposto un facsimile nell'Allegato A (certificazione verifica sovratemperatura).

Per la stesura dello schema del quadro si può fare riferimento all'Allegato C (schema unifilare).

8.5 Impianto di segnalazione per antintrusione

Riferimenti normativi:

- CEI 79-3.
- EN50131-1.
- TS50131-7.

Nella progettazione e nella realizzazione dell'impianto di segnalazione per antintrusione devono essere tenuti presenti i livelli di rischio dei vari ambienti in funzione dei beni e/o persone da proteggere, al fine di poter individuare tra i "Livelli di prestazione" previsti nella norma CEI 79-3 quello più adatto.

Si precisa che un determinato livello di prestazione dell'impianto può essere raggiunto anche tramite l'impiego di componenti di livello diverso (purché minimo di I° livello), opportunamente integrati come da norma.

Potrà in particolare essere considerata l'interazione con altri sistemi: TV circuito chiuso, controllo accessi, diffusione sonora, rilevazione presenze, incendio, fughe gas, allagamento, richiesta aiuto, quando questi sono presenti, in modo da pervenire ad una integrazione funzionale.

L'impostazione progettuale di un impianto di segnalazione per antintrusione prevede le seguenti fasi di sviluppo legate alla determinazione:

- del luogo e delle zone da proteggere
- del livello di prestazione dell'impianto
- dell'ubicazione, del numero, del tipo e del livello:
 - a) dei rivelatori
 - b) della centrale
 - c) degli organi di comando
 - d) degli inviati di messaggio
 - e) dei dispositivi di allarme locale
- la determinazione dei requisiti delle interconnessioni

Protezione di un edificio

Vengono differenziate due tipologie con caratteristiche di sicurezza diverse:

UNITÀ ABITATIVA NON ISOLATA

(per Unità abitativa non isolata si intende unità facente parte di fabbricato destinato ad abitazioni tra di loro contigue, soprastanti o sottostanti, ma non intercomunicanti, ciascuna con proprio accesso dall'interno, ma con accesso comune dall'esterno del fabbricato).

Determinazione dell'ubicazione, del numero, del tipo e del livello:

Si devono proteggere tutti gli accessi praticabili con rivelatori di apertura, (per accessi praticabili si intendono: tutte le aperture dell'edificio (luci) verso l'esterno dei locali situate in verticale a meno di 4 m dal suolo o da superfici acquee, nonché da ripiani accessibili e praticabili per via ordinaria dall'esterno senza l'impiego cioè di mezzi artificiosi o particolare agilità personale).

Rivelatori

La sicurezza ottenibile per un luogo da proteggere da tentativi di intrusione è correlata al numero di barriere funzionalmente concentriche che risulta possibile realizzare, qualsiasi sia la sua struttura fisica.

Tali barriere sono costituite praticamente da opportuni mezzi fisici (pareti, porte, cancelli ecc.) controllati da un certo numero di rivelatori di un certo tipo, in funzione della porzione affidata alla loro sorveglianza.

I fattori da tenere presente nella scelta dei rivelatori sono:

- il tipo dei rivelatori (puntuali, lineari, superficiali, volumetrici) ed il loro livello di prestazione
- il loro numero e posizione, dai quali dipende l'eliminazione totale o parziale di eventuali spazi o varchi non protetti

Centrale

La centrale va posta in zona protetta.

Essa deve essere dimensionata per poter dare immediata identificazione delle zone interessate dalla causa di allarme.

Organi di comando

Gli organi di comando devono essere, compatibilmente con le esigenze operative, posti in zone protette da sensori ritardati.

Dispositivi di allarme acustici e luminosi

I dispositivi di allarme acustici e luminosi devono essere posti in posizioni difficilmente raggiungibili e fissati in modo da poter resistere il più a lungo possibile all'attacco.

Nei dispositivi esterni sono raccomandabili tutte le protezioni antimanomissione quali: antiapertura, antistacco, antischiuma e antiperforazione.

Il numero dei dispositivi di allarme è determinato dall'effetto deterrente che si vuole ottenere.

In caso di assenza di inviati di messaggi è obbligatoria l'installazione di almeno una sirena per esterno ed un lampeggiatore per esterno.

UNITÀ ABITATIVA ISOLATA

(per Unità abitativa isolata si intende unità facente parte di fabbricato destinato ad abitazioni tra di loro contigue, soprastanti o sottostanti, ma non intercomunicanti, ciascuna con proprio accesso dall'esterno del fabbricato).

Ad integrazione di tutte le protezioni previste per una abitazione non isolata, vanno protette tutte le finestre indipendentemente, però, dalla loro altezza dal suolo ed occorre proteggere l'ambiente esterno al fabbricato.

Rivelatori

La sicurezza ottenibile per un luogo da proteggere da tentativi di intrusione è correlata al numero di barriere funzionalmente concentriche che risulta possibile realizzare, qualsiasi sia la sua struttura fisica.

Tali barriere sono costituite praticamente da opportuni mezzi fisici (pareti, porte, cancelli ecc.) controllati da un certo numero di rivelatori di un certo tipo, in funzione della porzione affidata alla loro sorveglianza.

I fattori da tenere presente nella scelta dei rivelatori sono:

- il tipo dei rivelatori (puntuali, lineari, superficiali, volumetrici) ed il loro livello di prestazione
- il loro numero e posizione, dai quali dipende l'eliminazione totale o parziale di eventuali spazi o varchi non protetti

Centrale

La centrale va posta in zona protetta. Essa deve essere dimensionata per poter dare immediata identificazione delle zone interessate dalla causa di allarme.

Dispositivi di allarme acustici e luminosi

I dispositivi di allarme acustici e luminosi devono essere posti in posizioni difficilmente raggiungibili e fissati in modo da poter resistere il più a lungo possibile all'attacco.

Nei dispositivi esterni sono raccomandabili tutte le protezioni antimanomissione quali: antiapertura, antistacco, antischiuma e antiperforazione.

Il numero dei dispositivi di allarme è determinato dall'effetto deterrente che si vuole ottenere.

In caso di assenza di inviati di messaggi è obbligatoria l'installazione di almeno una sirena per esterno ed un lampeggiatore per esterno.

Per altre soluzioni impiantistiche si rimanda alla norma CEI 79 - 3 al capitolo interconnessioni.

8.6 Installazione degli impianti TVCC – Dicembre 2012

Riferimenti normativi

- CEI EN 50132 - 1 (Impianti di allarme – Impianti di sorveglianza TVCC da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza – Parte 1: Requisiti di sistema).
- CEI EN 50132 - 7 (Impianti di allarme – Impianti di sorveglianza TVCC da utilizzare nelle applicazioni di sicurezza – Parte 7: Guide di applicazione).

L'installazione dell'impianto televisivo a circuito chiuso, è relativa alle seguenti tre parti fondamentali:

- gli apparati di ripresa
- la rete di connessione
- gli apparati di monitoraggio

Per quanto attiene agli apparati di ripresa si dovrà evitare:

- inquadrature contro sole o forti sorgenti luminose dirette
- inquadrature con forti contrasti di luce
- installazioni su pareti non perfettamente rigide con possibilità di vibrazione

Dovranno inoltre essere utilizzati faretto di adeguata potenza luminosa quando la scena da riprendere non è sufficientemente illuminata.

Per quanto attiene alla rete di connessione si dovrà:

- interporre, tra gli apparati di ripresa e i cavi, scatole di derivazione, al fine di facilitare l'asportazione del complesso di ripresa in caso di manutenzione ed effettuare agevolmente operazioni di messa a punto
- tenere separati per quanto possibile i vari cavi, almeno quelli di alimentazione a 230 V ca da quelli di trasporto di segnali video
- utilizzare amplificatori del segnale video prima che la tratta di cavo raggiunga i limiti di lavoro accettabili
- evitare nel cablaggio zone interessate dalla presenza di forti campi elettromagnetici (solo l'impiego della fibra ottica non crea problemi al riguardo)

Per quanto attiene gli apparati di monitoraggio si dovrà:

- posizionare i monitor in modo che gli schermi non riflettano sorgenti luminose presenti nei locali
- prevedere circuiti di ventilazione forzata nei quadri di regia, per garantire che gli apparati funzionino nei loro limiti di temperatura

9. ILLUMINAZIONE

9.1 Apparecchi di illuminazione – Aprile 2008

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60598-1 (Generale).
- CEI EN 60598-2-1 (Fissi).
- CEI EN 60598-2-2 (Incassi).
- CEI EN 60598-2-3 (Per esterni).
- CEI EN 60598-2-4 (Per posa mobile).
- CEI EN 60598-2-5 (Proiettori).
- CEI EN 60598-2-6 (Con trasformatore).
- CEI EN 60598-2-7 (Mobili per giardini).
- CEI EN 60598-2-13 (Incassi a terra).
- CEI EN 60598-2-14 (Per neon).
- CEI EN 60598-2-17 (Per palcoscenici).
- CEI EN 60598-2-18 (Per fontane e piscine).
- CEI EN 60598-2-19 (A circolazione d'aria).
- CEI EN 60598-2-20 (Catene luminose).
- CEI EN 60598-2-23 (Sistemi SELV).
- CEI EN 60598-2-24 (A temperatura superficiale limitata).
- UNI EN 13032-1 (Fotometria degli apparecchi di illuminazione).
- IEC 62386 /serie (interfaccia DALI).
- UNI EN 12464-1 (Illuminazione posti di lavoro all'interno/UGR).
- CEI 34-59 (Terminologia e glossario).

9.2 Apparecchi per illuminazione di emergenza – Aprile 2012

Gli apparecchi di illuminazione di emergenza devono avere le seguenti caratteristiche supplementari rispetto agli apparecchi di illuminazione.

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60598-2-22 (apparecchi) (CEI 34 - 22)

9.3 Apparecchi di illuminazione per moduli LED – Febbraio 2015

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60598-1 (Apparecchi di illuminazione Parte 1: Prescrizioni generali e prove) e relative parti 2.
- IEC 62722-2-1 (Prestazione degli apparecchi di illuminazione - Parte 2-1: Prescrizioni particolari per apparecchi LED).

A. CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELL'APPARECCHIO

Classe di isolamento:

- ☐ I
- ☐ II

B. CARATTERISTICHE DI PRESTAZIONE

Tasso di guasto del modulo, corrispondente alla vita nominale del modulo nell'apparecchio

In accordo alla norma IEC 62717 il tasso di guasto è fornito in forma disgiunta indicando i valori By (gradual light output depreciation) e Cy (Abrupt Failures Value o AFV). Nel caso in cui la vita del prodotto venga definita come “vita media utile” (Median useful life – MUL), nel campo relativo al tasso di guasto dovrà essere indicato il valore B50 e deve essere separatamente specificato il tasso di guasto Cy (o e AFV)

Distribuzione luminosa:

- ☐ diretta
☐ semidiretta
☐

Codice fotometrico:

Il codice fotometrico è composto da sei digit e indica i parametri fondamentali della qualità della luce come da esempio:

8	3	0	/	3	5	9
---	---	---	---	---	---	---

Tale codice è così composto:

I° digit - Indice di resa cromatica (CRI): La resa cromatica di un modulo LED a luce bianca è l'effetto dell'apparenza dei colori degli oggetti derivante dal confronto conscio o inconscio con il loro colore sotto una fonte luminosa di riferimento.

La classificazione del valore CRI iniziale per il codice fotometrico può essere ottenuto utilizzando i seguenti:

CODICE	Gamma CRI	Proprietà della resa cromatica
6	60-69	SCARSO
7	70-79	DISCRETO
8	80-89	BUONO
9	≥90	OTTIMO

II° e III° digit - Temperatura di colore (CCT) divisa per 100: Es: 4000 K / 100 = 40

IV° digit - Valore iniziale di scostamento nelle coordinate cromatiche in step di ellissi di MacAdam (es: codice 3 = all'interno di 3-step di ellissi di MacAdam)

V° digit – Mantenimento dello scostamento nel tempo delle coordinate cromatiche in step di ellissi di MacAdam (es. codice 5 = all'interno di 5-step di ellissi di MacAdam)

VI° digit – Codice di mantenimento del flusso:

Il flusso luminoso iniziale misurato (valore iniziale) è normalizzato al 100% e utilizzato come punto di partenza per la determinazione della vita del modulo LED. Il flusso luminoso mantenuto è misurato al 25% della vita nominale fino ad un massimo di 6.000 ore ed è espresso come percentuale del valore iniziale.

Mantenimento del flusso luminoso	Codice
> 90	9
> 80	8
> 70	7

10. AUTOMAZIONI EDIFICI E EFFICIENZA ENERGETICA (EE)

10.1 Componenti per cablaggio strutturato (EE) - Aprile 2009

Riferimenti normativi:

- CEI EN 50288.
- CEI 306-10.

1. Cavi in rame

Sono cavi costituiti da coppie simmetriche per comunicazioni analogiche e/o digitali con impedenza caratteristica di 100 Ω e sono disponibili nelle seguenti versioni:

Non schermata UTP (*Unshielded Twisted Pair*): cavi a coppie senza alcuna schermatura (il nuovo acronimo dato dalla CEI 306-10 è U/UTP).

Schermata FTP (*Foiled Twisted Pair*): cavi a coppie con schermatura a nastro di alluminio/poliestere posto sulle coppie riunite (il nuovo acronimo dato dalla CEI 306-10 è F/UTP).

Schermata S/FTP (*Screened/Foiled Twisted Pair*): cavi a coppie con schermatura a nastro di alluminio/poliestere sulle coppie riunite, con l'aggiunta di una treccia di rame stagnato a diretto contatto con l'alluminio del nastro (il nuovo acronimo dato dalla CEI 306-10 è SF/UTP).

Schermata S/STP (*Screened/Shielded Twisted Pair*): cavi a coppie con schermatura a nastro di alluminio/poliestere su ogni singola coppia, con l'aggiunta di una treccia di rame stagnato a diretto contatto con l'alluminio dei nastri. (il nuovo acronimo dato dalla CEI 306-10 è S/FTP).

Nella tabella seguente sono indicati i colori di codifica dei conduttori dei cavi a 4 coppie.

Numero della coppia	Colore dell'isolante del conduttore
1	bianco/blu
	Blu
2	bianco/arancio
	arancio
3	bianco/verde
	Verde
4	bianco/marrone
	marrone

I cavi in rame sono caratterizzati dalle prestazioni legate alla banda di frequenza come sotto riportato:

- Categoria 6: Cavi usati per comunicazioni analogiche e digitali, caratterizzati fino a 250 MHz;

Detti cavi vengono progettati e definiti dal loro campo di lavoro e di utilizzo:

- cavi di dorsale di insediamento
- cavi di dorsale di edificio
- cavi per il cablaggio di piano
- cavi flessibili per le connessioni alla presa utente, alle apparecchiature e per le permutazioni

I cavi in rame oltre ai requisiti trasmissivi devono essere scelti anche in funzione delle modalità installative (aspetti meccanici, ambientali/climatici, di comportamento al fuoco).

2. Cavi in fibra ottica

I cavi in fibra ottica possono essere di tipo:

- ☐ multimodale
- ☐ monomodale

I cavi che utilizzano fibra ottica di tipo **multimodale** vengono utilizzati nel sottosistema di cablaggio di insediamento, nel sottosistema di cablaggio di edificio e nel sottosistema di cablaggio di piano.

I cavi che utilizzano fibra ottica di tipo **monomodale** vengono raccomandati nel sottosistema di cablaggio di dorsale di insediamento e nel sottosistema di cablaggio di dorsale di edificio

I cavi in fibra ottica sono caratterizzati dalle prestazioni legate alla banda di frequenza come sotto riportato

Cavi in fibra ottica multimodale

	Categoria	Attenuazione max. (850 nm)	Attenuazione max. (1300 nm)	Larghezza di banda modale min. (a 850 nm)	Larghezza di banda modale min. (a 1300 nm)
<input type="checkbox"/>	OM1	3,5 dB/km	1,5 dB/km	200 MHz x km (lancio overfilled)	500 MHz x km (lancio overfilled)
<input type="checkbox"/>	OM2	3,5 dB/km	1,5 dB/km	500 MHz x km (lancio overfilled)	500 MHz x km (lancio overfilled)
<input type="checkbox"/>	OM3 (50/125 μ m)	3,5 dB/km	1,5 dB/km	1500 MHz x km (lancio overfilled) 2000 MHz x km (lancio laser effettivo)	500 MHz x km (lancio overfilled)

Cavi in fibra ottica monomodale

		Attenuazione max. (1310 nm)	Attenuazione max. (1550 nm)
<input type="checkbox"/>	Categoria OS1	1,0 dB/km	1,0 dB/km

I cavi in fibra ottica oltre ai requisiti trasmissivi devono essere scelti anche in funzione delle modalità installative (aspetti meccanici, ambientali/climatici, di comportamento al fuoco).

3. Elementi di connessione

Gli elementi di connessione, sono costituiti da dispositivi o da una combinazione di dispositivi usati per collegare due cavi o due elementi di cavo.

a) Connettori per cavi in rame (RJ45)

I connettori devono essere scelti in funzione della tipologia di cablaggio scelta (schermato o non schermato). L'elemento di connessione previsto per cavi dovrebbe essere marcato Cat. 5, Cat. 6 o Cat. 7 onde identificare le prestazioni trasmissive. Tale marcatura deve essere visibile durante l'installazione.

b) Connettori per cavi in fibra ottica

Una corretta codifica dei connettori e degli adattatori (es. colorazione) dovrebbe essere usata per assicurare che l'accoppiamento avvenga tra fibre dello stesso tipo e Categoria.

Onde assicurare la corretta polarità nel caso di collegamenti doppi, si devono usare le chiavi di inserzione fisiche e le posizioni della fibra devono essere identificate.

Per assicurare la massima flessibilità del cablaggio, sia dal lato delle prese di telecomunicazione (TO) che dal lato dei pannelli di distribuzione (FD), la terminazione dei cavi ottici orizzontali e di dorsale deve essere eseguita con connettori singoli.

Un adattatore doppio viene raccomandato sia alla presa di telecomunicazione che ai pannelli di distribuzione per determinare e mantenere la corretta polarizzazione delle fibre (trasmissione e ricezione) tra sistemi di trasmissione che usano due fibre. Questo adattatore doppio può essere costituito sia da due adattatori semplici che da una unità integrata doppia che mantiene la giusta distanza ed allineamento.

4. Cordoni di permutazione e connessione

La prestazione dei canali dipende anche dalla prestazione dei cordoni.

Spostamenti, aggiunte e variazioni realizzate utilizzando cordoni rappresentano un rischio maggiore per la prestazione di funzionamento del canale rispetto al caso dei cavi orizzontali o di dorsale installati.

a) Cordoni in rame

I cordoni devono essere della stessa categoria e della tipologia di cablaggio scelta.

Lunghezze superiori ai 5 m sono sconsigliate perché non assicurano il rispetto dei requisiti trasmissivi del canale trasmissivo.

b) Cordoni in fibra ottica

I cordoni devono essere della stessa tipologia di cablaggio scelta.

Il cavo deve essere assemblato ai connettori seguendo le procedure ed usando gli strumenti specificati dai costruttori dei connettori.

5. Armadi, telai

Gli armadi, come i telai, sono strutture atte a contenere in maniera ordinata ed organica gli apparati per le telecomunicazioni, le terminazioni dei cavi e le permutazioni: è lo spazio in cui si realizza la connessione fra i vari sottosistemi. L'armadio è provvisto di pareti laterali e porte di chiusura e viene utilizzato per installazioni all'interno od all'esterno, mentre il telaio è sprovvisto di pannelli e di porte e viene utilizzato principalmente in ambienti dedicati e protetti. Sia la testata che lo zoccolo del quadro devono essere predisposti per facilitare l'ingresso del fascio di cavi in arrivo. Sul mercato sono disponibili diverse tipologie (da pavimento, da parete) e dimensioni di armadi e telai secondo la loro funzione, l'ambiente e gli spazi in cui dovranno essere posizionati.

6. Guida bretelle orizzontali e verticali

Per assicurare il mantenimento delle caratteristiche delle bretelle nel tempo e facilitare la gestione e la verifica in caso di diagnosi, una particolare cura deve essere dedicata al modo di posizionare e mantenere le bretelle di connessione e permutazione all'interno dell'armadio di distribuzione. Posizionare e mantenere le bretelle in modo corretto servendosi dei supporti guida cavi orizzontali e verticali consente di evitare inopportune sollecitazioni alle bretelle causate dalle tensioni, dalle pieghe e dalle legature troppo strette.

7. Pannelli di permutazione

I pannelli devono essere della stessa tipologia di cablaggio scelta. Il pannello di distribuzione è utilizzato per l'attestazione dei cavi del cablaggio orizzontale e delle dorsali e fornisce l'interfaccia in rame e/o in fibra ottica per le interconnessioni e/o la connessione delle varie apparecchiature di rete. Il numero dei pannelli deve essere dimensionato in funzione delle prese d'utente e di eventuali modifiche successive per ampliamento. Sui pannelli di permutazione devono obbligatoriamente essere presenti targhette identificative.

8. Accessori dell'armadio

L'armadio deve essere predisposto con i seguenti accessori:

- Prese energia per alimentazione degli apparecchi attivi
- Sistemi di ventilazione quando necessari
- Mensole fisse/estraibili per il posizionamento degli apparecchi attivi
- Pannelli per accesso cavi (dall'alto verso il basso)

9. Terminazioni d'utente

Le terminazioni d'utente devono essere costituite da minimo 2 prese RJ45 o n.1 presa RJ45 + 1 presa per fibra ottica. Le terminazioni d'utente possono essere a parete, a torretta o a colonna; le terminazioni d'utente possono anche essere accorpate, qualora il layout lo richieda.

10. Elementi per la scelta di un cablaggio strutturato

Il cablaggio strutturato comprende tutti i componenti necessari alla realizzazione di una infrastruttura fisica capace di trasmettere segnali voce, dati e video in modo da consentire la comunicazione tra tutti gli utenti e i dispositivi della IT.

10.2 Cablaggio Strutturato (EE) – Marzo 2009

Riferimenti normativi

- EN 50173-1.
- EN 50173-2.
- CEI 306 -10.

Il cablaggio strutturato rappresenta una soluzione impiantistica distribuita nei vari ambienti di un edificio o di gruppi di edifici, realizzata con componenti passivi (connettori, pannelli, piastrine, cavi, canalizzazioni etc) che formano i vari collegamenti, sia in rame che in fibra ottica e completata da componenti attivi (hub, switch, router, ecc ...). Si realizza così una infrastruttura “indipendente” dall'applicazione, cioè non dedicata ad una applicazione in particolare ma capace di supportare diverse tipologie di protocolli limitatamente alla massima frequenza di funzionamento per cui è stato concepito.

Ha il vantaggio di essere progettato, pianificato ed installato senza sapere a priori il tipo di protocollo di trasmissione o precisamente i punti utente effettivi, che saranno definiti in fase di messa in funzione.

Progettazione e certificazione

Nella fase di progettazione vengono definite le caratteristiche funzionali (classe dei canali e dei collegamenti permanenti, categoria dei componenti) e dimensionali (lunghezza dei collegamenti permanenti, numero di armadi e prese utente) del sistema di cablaggio basandosi sui seguenti principi:

- gli edifici, particolarmente quelli adibiti a terziario sono “dinamici”, ossia soggetti a continue modifiche, estensioni, adattamenti in corrispondenza all’evoluzione dell’attività svolta al proprio interno
- le infrastrutture dedicate al cablaggio dovrebbero essere predisposte all’interno dell’edificio in modo contestuale e coordinato con tutte le altre infrastrutture dedicate alla distribuzione di altri servizi (energia elettrica, acqua potabile, riscaldamento, condizionamento ecc.) così da riservare gli spazi necessari e prevedere percorsi delle canalizzazioni che permettano successive manutenzioni. Nel caso di edifici già esistenti occorre individuare le caratteristiche strutturali e gli eventuali vincoli architettonici dell’edificio in cui il sistema di cablaggio deve essere installato, ad esempio la posizione delle travi e dei pilastri, le canalizzazioni esistenti, gli spazi da destinare agli armadi di distribuzione, le caratteristiche dei compartimenti antincendio che vengono attraversati, la presenza di controsoffittatura e/o di pavimento galleggiante.
- la scelta dei componenti in rame e in fibra ottica è determinata da fattori tecnici ed economici

Nota: L’impiego della fibra ottica è raccomandato per la realizzazione delle dorsali (di edificio o di insediamento) mentre il cablaggio orizzontale è normalmente realizzato con componenti in rame.

Documentazione da rendere disponibile:

- topologia dell'impianto
- composizione degli armadi
- connessioni attivate/disponibili
- report dei risultati di test

Struttura

Il cablaggio strutturato è la soluzione impiantistica tramite la quale le informazioni, in formato analogico e digitale, vengono distribuite all'interno di un edificio o di un gruppo di edifici e ne diviene un elemento indispensabile.

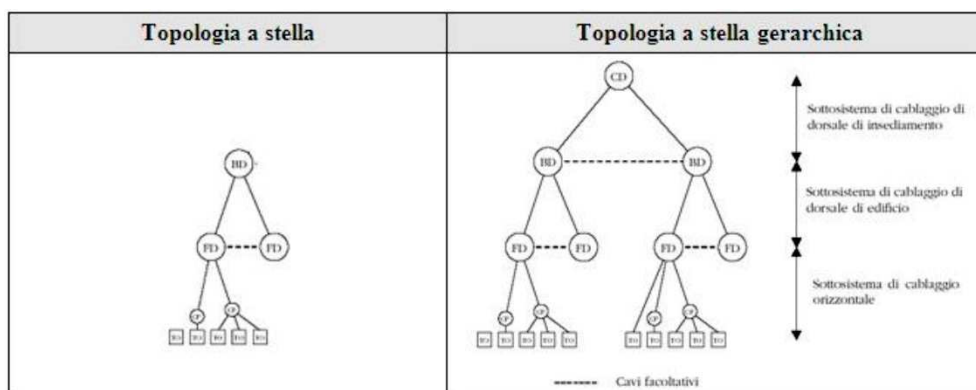
Il sistema di cablaggio oggetto di questa scheda è relativo ad un insieme di ambienti in singoli edifici o in più edifici localizzati all'interno di un insediamento. Tali ambienti possono essere utilizzati per svolgere attività professionali quali ad esempio uffici, centri direzionali, banche, magazzini, pubblica amministrazione e scuole.

Nota: La legislazione vigente (DM 314:1992) non consente l'attraversamento di spazi pubblici (per esempio strade pubbliche, parchi pubblici...) degli elementi di questi impianti.

Sono esclusi gli ambienti ad uso industriale, residenziale e i data center per i quali esistono specifiche indicazioni.

Un sistema di cablaggio strutturato permette di distribuire in modo razionale i servizi di rete all'interno di un edificio sfruttando una topologia a stella.

Nel caso in cui all'interno di una singola proprietà vi siano più edifici (insediamento o comprensorio) è possibile realizzare un unico sistema di cablaggio strutturato con una topologia che si può definire a "stella gerarchica", ossia dotata di un centro stella generale con diramazioni verso i centro stella dei singoli edifici, come mostrato in figura.



Le figure mostrano i sottosistemi e gli elementi funzionali che costituiscono un sistema di cablaggio strutturato:

- **CD**, distributore di insediamento: zona in cui si concentrano le apparecchiature di distribuzione relative a tutto l'impianto
- dorsale di insediamento
- **BD**, distributore di edificio: zona in cui si concentrano le apparecchiature di distribuzione relative all'edificio singolo
- dorsale di edificio
- **FD**, distributore di piano: zona in cui si concentrano le apparecchiature di distribuzione verso le prese utente di ciascun piano dell'edificio
- cablaggio orizzontale
- **CP**: punto di transizione o di interconnessione intermedio (opzionale)
- **TO**: presa di telecomunicazioni per l'utente (o prese utente).

Il raccordo tra sottosistemi di cablaggio avviene all'interno dei distributori. Esso può essere effettuato in modalità passiva mediante dei cordoni di connessione tra le terminazioni delle linee (esempio, la dorsale di edificio con il cablaggio orizzontale) e modalità attiva mediante l'impiego di apparecchi di distribuzione (esempio hub, switch, router, ecc).

Canali e collegamenti

Il cablaggio strutturato viene progettato con l'obiettivo di supportare la più ampia gamma di applicazioni che possono essere distribuite avendo a disposizione una data banda. Le classi di prestazione dei canali trasmissivi e collegamenti permanenti sono suddivise in base alla massima frequenza supportata.

Cablaggio con cavi di rame

a) Esempi di applicazioni supportate

Applicazione	Riferimento della Specifica	Data	Nome Supplementare
Classe D (definita fino a 100 MHz)			
CSMA/CD 100BASE-TX	ISO/IEC 8802-3	1997	Ethernet Veloce
Token Ring 100 Mbit/s	ISO/IEC 8802-5t	1999	Token Ring ad Alta Velocità
CSMA/CD 1000BASE-T	ISO/IEC 8802-3	1999	Gigabit Ethernet
Token Ring 16 Mbit/s	ISO/IEC 8802-5	1998	
TP-PMD	ISO/IEC FCD 9314-10	2000	Coppia-twistata-Dipendente dal mezzo fisico
ATM LAN 155,52 Mbit/s	ATM Forum af-phy-0015.000	1994	ATM-155/Categoria 5
Classe E (definita fino a 250 MHz)			
ATM LAN 1,2 Gbit/s	ATM Forum af-phy-0162.000	2001	ATM-1200/Categoria 6
Classe F (definita fino a 600 MHz)			
FC-100-TP	ISO/IEC 14165-114		

Nota: Qualora le distanze superino i limiti indicati è possibile utilizzare dei dispositivi di amplificazione.

Cablaggio di dorsale

Il cablaggio di dorsale è comunemente realizzato con componenti in fibra ottica perché rispetto al cablaggio in rame questi presentano i seguenti vantaggi:

- offrono una maggior banda passante
- consentono di realizzare collegamenti fino a 2000 metri
- il segnale ottico non è influenzato dai disturbi dovuti ai campi elettromagnetici
- sono indipendenti da problemi di non equipotenzialità fra diversi punti dell'impianto di messa a terra

Cablaggio orizzontale

Il cablaggio orizzontale è comunemente realizzato con componenti in rame e connette il distributore di piano (FD) con i punti di utenza (TO).

11. APPARECCHIATURE DI SICUREZZA

11.1 Rivelatori di incendio

Dispositivi atti a rivelare la presenza di un incipiente focolaio di incendio o un incremento anomalo della temperatura.

Riferimenti normativi:

- UNI EN 54

Indicazioni di buona tecnica

i rivelatori devono essere in grado di trasmettere lo stato di allarme mediante messaggi digitali o analogici, non sono accettati rivelatori con uscite a relè.

11.2 Centrale rivelazione incendio

La centrale di rivelazione incendio conforme alla UNI EN 54-2 deve raccogliere, gestire e evidenziare le segnalazioni di allarme provenienti dai rivelatori di incendio, comandare gli organi di segnalazione ottico/acustica e, ove previsto, i sistemi di spegnimento automatico.

Riferimenti normativi:

- UNI EN 54 parte 1 - 2- 4

Deve essere realizzata in un contenitore robusto con un grado di protezione:

☐ IP 30 (Grado di protezione minimo richiesto da UNI EN 54 -2)

Le condizioni di allarme, guasto, disabilitazione e test devono essere visualizzate secondo la UNIEN 54-2

11.3 Sensori di presenza IR passivi per usi domestici e similari - Ottobre 2009

Questi apparecchi sono dotati di un sensore a raggi infrarossi passivi, sensibile alle radiazioni termiche emesse da corpi in movimento. Al passaggio di persone o autoveicoli entro il campo di azione, l'apparecchio attiva un relè interno o un protocollo di comando nel caso di apparecchi per sistemi a bus per il comando di sistemi di illuminazione con controllo presenze o sistemi d'allarme o altre funzioni particolari. Questi apparecchi funzionano solo in presenza di movimento di persone o autoveicoli e si disattivano se il movimento cessa. In base alla tipologia dell'apparecchio, il campo di azione può estendersi fino ad una lunghezza massima di 25 m con apertura angolare fino a 360°. Può essere con lente snodata per installazioni nelle parti alte dei locali ad altezza compresa tra 1, 2 e 2,5 m, funzione che permette la regolazione della posizione della lente in base alle caratteristiche dell'ambiente da proteggere. La sensibilità dell'intervento può inoltre essere modificata, così come possono essere generate funzioni di preallarme ad impianto antifurto disinserito. Anche la durata dell'accensione può essere regolabile mediante il temporizzatore interno: dopo il tempo prefissato, se la persona non è più presente entro il campo di azione, il relè o il comando associato nel caso di apparecchi per sistemi a bus si disattiva.

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60669-2-1: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare Parte 2-1: Prescrizioni particolari - Interruttori elettronici.
- CEI EN 50428: Apparecchi di comando non automatici per installazione elettrica fissa per uso domestico e similare - Norma Collaterale - Apparecchi di comando non automatici e relativi accessori per uso in sistemi elettronici per la casa e l'edificio (HBES).
- CEI 79-2: Impianti antieffrazione, antiintrusione, antifurto e antiaggressione - Norme particolari per le apparecchiature.
- CEI EN 50130-4: Sistemi d'allarme - Parte 4: Compatibilità elettromagnetica - Norma per famiglia di prodotto: Requisiti di immunità per componenti di sistemi antincendio, antintrusione e di allarme personale per sensori per allarme.

Principali caratteristiche:

Tensione nominale:

- 3,6/7,2 V c.c. da batteria al litio per sistemi bus RF
- 24/29 V c.c. da bus
- 230 V \pm 5% 50-60 H

Temperatura di funzionamento: - 5 °C / +45 °C

12. APPARECCHIATURE PER IMPIANTI FOTOVOLTAICI

12.1 Componenti per impianti fotovoltaici (EE) – Ottobre 2015

Riferimenti normativi

- CEI EN 61646: Moduli fotovoltaici a film sottili per usi terrestri.
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri.
- CEI EN 50380: Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alla rete elettrica di media e bassa tensione.
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua.
- CEI 0-16: Regola tecnica di connessione di utenti attivi e passivi alla rete AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica.

1) Generatore fotovoltaico

Il componente elementare di un generatore fotovoltaico è la cella dove avviene la conversione della radiazione solare in corrente elettrica. Più celle costituiscono dei moduli che collegati in serie formano un pannello. Più pannelli collegati in serie costituiscono una stringa. Le stringhe collegate generalmente in parallelo costituiscono il campo, o generatore, fotovoltaico.

Per garantire un'adeguata vita utile dell'impianto di generazione il costruttore deve garantire la qualità e le prestazioni dei moduli fotovoltaici di sua produzione, secondo le modalità precisate dalla normativa vigente.

Ciascun modulo/pannello deve inoltre essere accompagnato da un foglio dati e dovrà essere contrassegnato con una scritta indelebile riportante le caratteristiche principali del modulo/pannello e il numero di codice.

Le caratteristiche che devono essere riportate nel foglio dati e sulla scritta sono riportati nella Norma CEI EN 50380.

Ciascun modulo deve essere provvisto di opportuni diodi di by-pass, per evitare, nel caso che una cella sia ombreggiata, che tutte le altre la alimentino come se fosse un carico. Il parallelo delle stringhe deve essere provvisto di protezioni contro le sovratensioni e di idoneo sezionatore per il collegamento al gruppo di conversione (inverter). Particolare attenzione deve essere posta nella progettazione e realizzazione del quadro elettrico contenente i suddetti componenti: oltre a essere conforme alle norme vigenti, esso deve possedere un grado di protezione adeguato alle caratteristiche ambientali del suo sito d'installazione.

2) Strutture di sostegno

Le strutture di sostegno servono a sostenere i pannelli fotovoltaici per le diverse metodologie di posa.

3) Convertitori statici cc/ca (Inverter)

Un inverter converte la corrente elettrica continua prodotta dai moduli in corrente elettrica alternata, quella cioè, normalmente usata in ogni edificio. Il convertitore è anche in grado di portare la corrente elettrica alla frequenza di rete (50 Hz) e alla tensione di funzionamento (230V monofase, 400V trifase) in forma sinusoidale senza armoniche. A seconda delle tipologie di impianto fotovoltaico per il quale sono destinati, gli inverter si suddividono in:

- Inverter per impianti in isola
- Inverter per impianti connessi alla rete (Certificati DK 5940)

Il gruppo di conversione è generalmente basato su inverter a commutazione forzata, con tecnica PWM (*Pulse Width Modulation*), è privo di clock e/o riferimenti interni, ed è in grado di operare in modo completamente automatico e di inseguire il punto di massima potenza (MPPT, *Maximum Power Point Tracker*) del generatore fotovoltaico.

La scelta del modello di inverter e della sua taglia va effettuata in base alla potenza nominale fotovoltaica ad esso collegata, alle caratteristiche elettriche dei moduli fotovoltaici utilizzati e alla tipologia di installazione.

Il rendimento di un inverter non è costante, ma varia in funzione della tensione e della potenza alla quale lavora, che a sua volta dipende dalle condizioni ambientali, soprattutto dall'irraggiamento solare e dalla temperatura di funzionamento.

4) Funzionamento in parallelo con la rete

Il funzionamento in parallelo alla rete pubblica di un generatore FV è subordinato a precise condizioni come previsto dalla norma CEI 0-16.

5) Apparecchiatura elettrica

- Interruttori automatici

Un interruttore automatico deve avere un potere di cortocircuito o di interruzione (estremo) almeno uguale alla corrente di cortocircuito presente nel punto di installazione.

- Interruttori di manovra-sezionatori

Un interruttore di manovra è destinato a stabilire, portare e interrompere le correnti di servizio ordinario; può anche stabilire, ma non interrompere le correnti di cortocircuito. Gli interruttori di manovra adatti per sezionare il circuito sono denominati interruttori di manovra - sezionatori. Tali interruttori di manovra sezionatori devono essere protetti da un dispositivo di protezione indicato dal costruttore.

Gli interruttori di manovra – sezionatori in corrente continua devono essere protetti da dei fusibili. Il fusibile può essere utilizzato come dispositivo di sezionamento a vuoto, poiché una volta estratta la cartuccia garantisce il sezionamento del polo del circuito su cui è installato.

- Quadri e contenitori

Devono essere utilizzati quadri adatti all'impiego.

- Morsetti, giunti e capicorda

Devono essere utilizzati morsetti, giunti, capicorda adatti all'impiego.

- Cavi

Devono avere almeno le seguenti caratteristiche:

- Resistere ai raggi UV
- Resistere alle intemperie e alle alte temperature
- Resistere agli agenti chimici e atmosferici
- Resistere alle eventuali sollecitazioni meccaniche dovute alla posa interrata
- Tensione nominale di 1000Vcc

Le condutture devono essere realizzate come prescritto dalla norma CEI 64-8 secondo le modalità di posa previste dalla tabella 52 C.

Per il calcolo delle portate e delle sezioni si deve fare riferimento alle Norme CEI UNEL 35024 per i cavi posati in aria e alle 35026 per i cavi interrati.

Per i cavi fare riferimento alle schede CP 010 (Norma CEI 20-91)

- SPD

Per proteggere le apparecchiature bisogna scaricare verso terra le sovratensioni mediante SPD. Il compito degli SPD (*Surge Protection Device*), comunemente scaricatori, è quello di scaricare a terra la sovratensione in modo che non danneggi le apparecchiature. Un SPD è un dispositivo a impedenza variabile con la tensione applicata che, in presenza di una sovratensione, scarica la corrente associata alla sovratensione e mantiene la tensione ai suoi capi entro valori prefissati. Se la protezione contro le sovratensioni di un'apparecchiatura è essenziale, sono consigliabili gli SPD con contatto di segnalazione per indicare all'utente dell'impianto il guasto del dispositivo.

12.2 Cavi elettrici per impianti fotovoltaici (EE) – Luglio 2010

Requisiti generali

Vedere il paragrafo sottostante "Cavi di energia - Novembre 2014" Generalità.

Riferimenti normativi:

- CEI 20-91 - Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici

Sigla di designazione

FG21M21

Colori della guaina

Nero, rosso, blu

Tensione nominale

$U_0/U (U_m) = 0,6/1 \text{ kV (1,2 kV) c.a.}$

I cavi contemplati dalla norma CEI 20-91 possono essere utilizzati alla tensione di 1800 V in corrente continua anche verso terra.

Temperature

Temperatura ambiente: - 40 °C + 90 °C;

Temperatura caratteristica: 90 °C;

Temperatura massima di sovraccarico: 120 °C;

Temperatura massima di cortocircuito: 250 °C.

I cavi FG21M21 possono operare fino ad una temperatura ambiente di 90 °C. Tale attitudine è caratterizzata dall'utilizzo sia di materiali di isolamento che di guaina, aventi un indice di temperatura di 120 °C, determinato secondo la Norma IEC 60216.

Utilizzo

I cavi FG21M21 sono esclusivamente destinati all'impiego di sistemi fotovoltaici (PV) di alimentazione secondo quanto previsto dalla Norma CEI 64-8 sez. 712 e dalla Norma CEI 82-25. Sono altresì indicati per l'interconnessione dei vari elementi degli impianti fotovoltaici. Sono adatti per l'installazione fissa all'esterno ed all'interno, senza protezione o entro tubazioni in vista o incassate, o sistemi chiusi similari.

I cavi FG21M21 sono adatti per applicazioni in impianti fotovoltaici nell'edilizia pubblica, privata, industriale, negli impianti agricoli, negli impianti di illuminazione e nelle aree di lavoro in genere. È ammessa la posa interrata secondo le prescrizioni della norma CEI 11-17.

Il periodo di utilizzo stimato di questi cavi è di 25 anni.

Contrassegno IMQ

I cavi per il quale il fabbricante abbia ottenuto la concessione dell'IMQ, deve avere per tutta la lunghezza il contrassegno dell'ente di certificazione secondo quanto stabilito nel Regolamento dello stesso Ente.

I cavi per la rete di alimentazione degli impianti utilizzatori devono avere, a secondo del loro tipo di impiego, posa, tensione, comportamento al fuoco e sollecitazioni esterne e devono essere selezionati in accordo alle seguenti normative:

Requisiti generali - Riferimenti normativi:

- CEI-UNEL 00722 - Colori distintivi delle anime dei cavi isolati con gomma o polivinilcloruro per energia o per comandi e segnalazioni con tensioni nominali U_0/U non superiori a 0,6/1 kV.
- CEI UNEL 00721 - Colori di guaina dei cavi elettrici.
- CEI UNEL 00725 - (EN 50334) - Marcatura mediante iscrizione per l'identificazione delle anime dei cavi elettrici.
- CEI-UNEL 35024/1 "Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e 1500 V in c.c. Portate di corrente in regime permanente per posa in aria."
- CEI-UNEL 35024/2 - "Cavi elettrici ad isolamento minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in c.a. e a 1500 in c.c. - Portate di corrente in regime permanente per posa in aria."
- CEI-UNEL 35026 - "Cavi di energia per tensione nominale U sino ad 1 kV con isolante di carta impregnata o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Posa in aria ed interrata - o elastomerico o termoplastico - Portate di corrente in regime permanente - Generalità per la posa in aria ed interrata."
- CEI 16-1 - Individuazione dei conduttori isolati.
- CEI 20-21 (serie) Cavi elettrici - Calcolo della portata di corrente.
- CEI 11-17 - (Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica - Linee in cavo).
- CEI 20-40 (HD 516) - (Guida per l'uso di cavi a bassa tensione).
- CEI 20-67 - (Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV).
- CEI 20-89 - (Guida all'uso e all'installazione dei cavi elettrici e degli accessori di Media Tensione).

Cavo tipo A (I Categoria) = Cavi con guaina per tensioni nominali $U_0/U = 300/500$, 450/750 e 0,6/1 kV - Riferimenti normativi:

- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
- CEI-UNEL 35375 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa – Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35376 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi – Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.

- CEI-UNEL 35377 - Cavi per comandi e segnalazioni isolati in gomma etilenpropilenica, alto modulo di qualità G7, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI UNEL 35382 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi unipolari e multipolari con conduttori flessibili per posa fissa con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI UNEL 35383 - Cavi per energia isolati in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi unipolari e multipolari con conduttori rigidi - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI UNEL 35384 - Cavi per comandi e segnalamento in gomma etilenpropilenica ad alto modulo di qualità G7, sotto guaina termoplastica di qualità M1, non propaganti l'incendio senza alogeni - Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa, con o senza schermo (treccia o nastro) - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI 20-14 - Cavi isolati con polivinilcloruro per tensioni nominali da 1 a 3 kV.
- CEI-UNEL 35754 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari rigidi con o senza schermo, sotto guaina di PVC – Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35755 - Cavi per comandi e segnalamento isolati con polivinilcloruro non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35756 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi multipolari per posa fissa con conduttori flessibili con o senza schermo, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI-UNEL 35757 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas corrosivi – Cavi unipolari per posa fissa con conduttori flessibili, sotto guaina di PVC - Tensione nominale U_0/U : 0,6/1 kV.
- CEI 20-19 - Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-20 - Cavi isolati in PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V.
- CEI 20-38 - Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. LSOH.
- CEI-UNEL 35369 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili. Tensione nominale 0,6/1 kV – LSOH.
- CEI-UNEL 35370 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi con conduttori rigidi. Tensione nominale 0,6/1 kV – LSOH.

- CEI-UNEL 35371 - Cavi per comandi e segnalazioni, isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi multipolari con conduttori flessibili per posa fissa. Tensione nominale 0,6/1 kV – LSOH.
- IMQ CPT 007 - Cavi elettrici per energia e per segnalamento e controllo isolati in PVC, sotto guaina di PVC, non propaganti l'incendio e a ridotta emissione di gas alogenidrici. Tensione nominale di esercizio 450/750 e 300/500 V – FROR 450/750 V.
- IMQ CPT 049 - Cavi per energia e segnalamento e controllo isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e esenti da alogeni (LSOH)– Tensione Nominale U_0/U non superiore a 450/750 V – FM9OZ1 - 450/750 V – LSOH.

Cavo tipo B= Cavi senza guaina per tensione nominale $U_0/U = 450/750$ V -Riferimenti normativi:

- CEI 20-20/3 - Cavi isolati con PVC con tensione nominale non superiore a 450/750 V. Cavi senza guaina per posa fissa.
- CEI-UNEL 35752 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio – Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U_0/U : 450/750 V.
- CEI-UNEL 35753 - Cavi per energia isolati con PVC non propaganti l'incendio – Cavi unipolari senza guaina con conduttori rigidi- Tensione nominale U_0/U : 450/750 V.
- CEI-UNEL 35368 - Cavi per energia isolati con mescola elastomerica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Cavi unipolari senza guaina con conduttori flessibili - Tensione nominale U_0/U : 450/750 V.
- IMQ CPT 035 - Cavi per energia isolati con mescola termoplastica non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi e gas tossici e corrosivi. Tensione nominale U_0/u non superiore a 450/750 V

Cavo tipo C = Cavi resistenti al fuoco - Riferimenti normativi

- CEI 20-39 - Cavi per energia ad isolamento minerale e loro terminazioni con tensione nominale non superiore a 750 V.
- CEI 20-45 - Cavi isolati con mescola elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH) con tensione nominale U_0/U di 0,6/1 kV – LSOH.

Cavo tipo D (II Categoria) = Cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV - Riferimenti normativi:

- CEI 20-13 - Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV.
- IEC 60502 - IEC 60502-1, Ed. 2: Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV).

Tipo di impiego

I cavi delle linee di energia devono essere del tipo indicato nella seguente tabella:

UTILIZZATORI	CAVO TIPO
Morsetti lato BT del trasformatore Sistema TN	A
Morsetti del contatore (a valle) Sistema TT	A o B
Montanti	A o B
Distribuzione principale (dal quadro generale)	A o B
Distribuzione secondaria (dai quadri derivati)	A e B
Utilizzatori: a) interni b) esterni c) centrali tecnologiche	B/C AA o B o C

Cavo tipo A = Cavi con guaina per tensioni nominali con $U_0/U = 300/500, 450/750$ e $0,6/1$ kV

I cavi con tensione U_0/U inferiore a $0,6/1$ kV sono adatti per la posa in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato (es.: centrale di riscaldamento, illuminazione esterna, elevatori, cucine, ecc).

I cavi con tensione $U_0/U = 0,6/1$ kV sono adatti per essere utilizzati oltre che per le installazioni sopraindicate anche per la posa interrata.

L'unico cavo con tensione inferiore a $0,6/1$ kV che può essere interrato è il tipo H07RN8-F ($U_0/U 450/750$ V) appositamente studiato per posa con presenza d' acqua.

Cavo tipo B = Cavi senza guaina per tensione nominale $U_0/U = 450/750$ V

Questi tipi di cavo sono adatti solo per la posa in tubo, in canaletta, canale o condotto non interrato.

Cavo tipo C = Cavi con guaina resistenti al fuoco

Questi tipi di cavo sono adatti per quelle condizioni in cui sia necessario garantire che l'impianto elettrico rimanga in servizio anche se coinvolto da un incendio (es. scale mobili, pompe antincendio, evacuatori di fumo, segnali di allarme, ecc).

Cavo tipo D = Cavi con tensioni nominali $U_0/U = 1,8/3 - 3,6/6 - 6/10 - 8,7/15 - 12/20 - 18/30 - 26/45$ kV

Questi tipi di cavo sono adatti per posa fissa ed utilizzati nelle reti per la distribuzione di energia elettrica.

Comportamento al fuoco - Riferimenti normativi:

- CEI EN 60332-1 (CEI 20-35) - Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni d'incendio - Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato.
- CEI EN 60332-3 (CEI 20-22) - Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio - Prova di propagazione della fiamma verticale di fili o cavi montati verticalmente a fascio.
- CEI EN 50267 (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.
- CEI EN 61034 (CEI 20-37) - Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite.

Circa il comportamento al fuoco, i cavi elettrici possono essere distinti in 4 grandi famiglie secondo quanto riportato:

- a) Cavi non propaganti la fiamma, rispondenti alla Norma CEI 20 -35 (EN 60332-1), la quale verifica la non propagazione della fiamma di un cavo singolo in posizione verticale.
- b) Cavi non propaganti l'incendio, rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 60332-3), la quale verifica la non propagazione dell'incendio di più cavi raggruppati a fascio ed in posizione verticale in accordo alla quantità minima di materiale non metallico combustibile prescritta dalla parte 2 (10 Kg/m oppure 5 Kg/m) o dalla parte 3 (1,5 l/m).
- c) Cavi non propaganti l'incendio a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi LSOH rispondenti alla Norma CEI 20-22 (EN 60332-3) per la non propagazione dell'incendio e alle Norme CEI 20-37 (EN 50267 e EN 61034) per quanto riguarda l'opacità dei fumi e le emissioni di gas tossici e corrosivi.
- d) Cavi LSOH resistenti al fuoco rispondenti alle Norme (serie) CEI 20-36 (EN 50200-50362), la quale verifica la capacità di un cavo di assicurare il funzionamento per un determinato periodo di tempo durante l'incendio. I cavi resistenti al fuoco sono anche non propaganti l'incendio e a bassa emissione di fumi opachi gas tossici e corrosivi.

ELENCO TIPO DI CAVO DA UTILIZZARE:

La norma CEI 64-8 Sez.751 "Luoghi a maggior rischio in caso di incendio" riporta che, per i cavi, si deve valutare il rischio nei riguardi dei fumi, gas tossici e corrosivi in relazione alla particolarità del tipo di installazione e dell'entità del danno probabile nei confronti di persone e/o cose, al fine di adottare opportuni provvedimenti. A tal fine sono considerati adatti i cavi senza alogeni (LSOH). Si ricorda che devono essere rispettate le condizioni riportate nella Norma CEI 64-8 art. 751.04.2.8 b).

E' vivamente consigliato, per accrescere la sicurezza di persone e cose, l'utilizzo di cavi di tipo non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi anche nelle situazioni installative nelle quali le relative norme impianti non li prevedono come obbligatori (tipo LSOH).

Distinzione dei cavi

I cavi per energia sono distinguibili attraverso la colorazione delle anime e attraverso la colorazione delle guaine esterne.

- a) La Norma CEI UNEL 00722 (HD 308) fornisce la sequenza dei colori delle anime (fino ad un massimo di 5) dei cavi multipolari flessibili e rigidi rispettivamente con e senza conduttore di protezione. Si applica indistintamente a cavi di tipo armonizzato (es. H07RN-F, H05VV-F) e a cavi di tipo nazionale (es. FG7OM1, ecc.).

Per tutti i cavi unipolari senza guaina “cordine” sono ammessi i seguenti monocolori: nero, marrone, rosso, arancione, giallo, verde, blu, viola, grigio, bianco, rosa, turchese.

Per i cavi unipolari con e senza guaina deve essere utilizzata la combinazione bicolore giallo/verde per il conduttore di protezione mentre il colore blu deve essere utilizzato per il conduttore di neutro.

Per i circuiti a corrente continua si devono utilizzare i colori rosso (polo positivo), bianco (polo negativo).

- b) La Norma CEI UNEL 00721 specifica la colorazione delle guaine esterne dei cavi di bassa e media tensione in funzione della loro tensione nominale e dell'applicazione. Si applica a cavi unipolari e multipolari flessibili e rigidi con e senza conduttori di protezione. Questa colorazione è applicabile esclusivamente ai cavi rispondenti a norme Nazionali (es. FG7OR, FG7OM1, ecc.).

Indicazioni di sicurezza

Quando si fa uso dei colori si applicano le seguenti regole:

- a) *il bicolore giallo-verde deve essere riservato ai conduttori di protezione e di equipotenzialità;*
b) *il colore blu deve essere riservato al conduttore di neutro; quando il neutro non è distribuito, l'anima di colore blu di un cavo multipolare può essere usata come conduttore di fase, in tal caso detta anima deve essere contraddistinta, in corrispondenza di ogni collegamento, da fascette di colore nero o marrone;*
c) *sono vietati i singoli colori verde e giallo.*

Per i cavi aventi un numero di anime superiore a 5 si utilizza il sistema della marcatura delle singole anime mediante iscrizione numerica in accordo alla Norma CEI UNEL 00725.

Questa marcatura consiste nel marcare, con un colore contrastante rispetto all'isolante, ogni anime del cavo - L'unica anima che non deve essere marcata è quella Giallo Verde.

Condizioni ambientali e di posa

Per la scelta del tipo di cavo in relazione alle condizioni ambientali e di posa, ai fini di una corretta installazione si rimanda alle indicazioni della Norma CEI 11-17, CEI 20-40, CEI 20-67 e 20-89.

Portate di corrente

Indicazioni sulle portate di corrente dei cavi sono fornite dalle seguenti Norme CEI-UNEL 35024/1, CEI-UNEL 35024/2, CEI-UNEL 35026, CEI UNEL 35027 e Norme CEI 20-21.

12.3 Impianti fotovoltaici (EE) – Maggio 2013

Riferimenti Normativi

- CEI EN 61439-1: Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Regole generali.
- CEI 110-31: Compatibilità elettromagnetica.
- CEI 82-22: Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.
- CEI 82-25: Guida alla realizzazione di sistemi di generazione fotovoltaica collegati alle reti elettriche di Media e bassa tensione.
- CEI 82-24: Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali.
- CEI 0-16: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 0-21: Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle imprese distributrici di energia elettrica.
- CEI 64-8: Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari. Sistemi fotovoltaici (PV) di alimentazione.
- CEI 64-57: Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici. Impianti di piccola produzione distribuita.
- CEI 11-20: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria.
- CEI 20-91: Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma per applicazioni in impianti fotovoltaici.
- CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- CEI 110-1: Compatibilità elettromagnetica - Prescrizioni per gli elettrodomestici, gli utensili elettrici e gli apparecchi similari Parte 1: Emissione.
- CEI 110-6: Apparecchi a radiofrequenza industriali, scientifici e medicali (ISM). Caratteristiche di radiodisturbo. Limiti e metodi di misura.
- CEI 110-8: Compatibilità elettromagnetica, norma generale di immunità.
- CEI EN 61724: Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici. Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati.
- UNI 13201-1: Rapporto tecnico, illuminazione pubblica – Selezione delle classi di illuminazione.
- Delibera AEEG n 88/07: Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione.
- Delibera AEEG 84/12: Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale.
- Delibera AEEG 165/12: Individuazione dei valori definitivi dei premi riconosciuti nel caso di interventi di retrofit sui sistemi di protezione di interfaccia degli impianti di generazione distribuita. Aggiornamento della deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 84/12.

- Delibera AEEG 344/12: Approvazione della modifica all'Allegato A70 e dell'Allegato A72 al Codice di rete. Modifica della deliberazione dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas 84/12.
- Delibera AEEG 292/12: Determinazione della data in cui il costo cumulato annuo degli incentivi spettanti agli impianti fotovoltaici ha raggiunto il valore annuale di 6 miliardi di euro e della decorrenza delle modalità di incentivazione disciplinate dal decreto del Ministero dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 5 luglio 2012.
- Decreto Ministeriale 5 luglio 2012 (V Conto Energia): Incentivazione della produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica.
- Allegato A70 al Codice di Rete di Terna: Regolazione tecnica dei requisiti di sistema della generazione distribuita.
- Allegato A72 al Codice di Rete di Terna: Procedura per la riduzione della generazione distribuita in condizione di emergenza del Sistema elettrico nazionale (RIGEDI).

I riferimenti di cui sopra possono non essere esaustivi. Ulteriori disposizioni di legge, norme e deliberazioni in materia, purché vigenti al momento della pubblicazione della presente specifica, anche se non espressamente richiamate, si considerano applicabili.

DEFINIZIONI

Impianto fotovoltaico

Impianto di produzione dell'energia elettrica mediante conversione dell'energia solare per mezzo dell'effetto fotovoltaico.

Gli impianti fotovoltaici possono essere suddivisi in due categorie:

- 1) **Impianti in isola:** impianti fotovoltaici in grado di funzionare solo se isolati dalla rete del distributore;
- 2) **Impianti connessi alla rete:** impianti in grado di funzionare quando sono collegati alla rete del distributore.

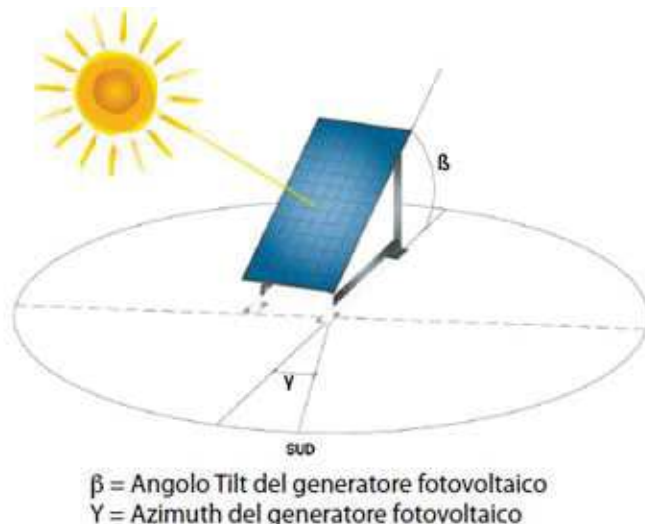
A loro volta gli impianti fotovoltaici possono essere suddivisi in:

- 1) **Impianti fissi:** i moduli sono installati su strutture di sostegno fisse;
- 2) **Impianti ad inseguimento solare:** i moduli sono installati su strutture di sostegno ad inseguimento solare su una o due assi di rotazione;
- 3) **Impianto a concentrazione solare:** i moduli sono a concentrazione solare e sono generalmente installati su strutture di sostegno ad inseguimento solare.

ELEMENTI DI PROGETTO

Per la realizzazione di un impianto fotovoltaico si devono tenere in considerazione le seguenti indicazioni:

Caratteristiche della superficie utilizzabile per l'installazione



Generatore fotovoltaico

Il gruppo di conversione deve essere idoneo al trasferimento della potenza dal generatore fotovoltaico alla rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili. I valori della tensione e della corrente di ingresso del gruppo di conversione devono essere compatibili con quelli del generatore fotovoltaico, mentre i valori della tensione e della frequenza in uscita devono essere compatibili con quelli della rete alla quale viene connesso l'impianto.

Dati del contratto di fornitura di energia elettrica in c.a.

Deve inoltre essere previsto un dispositivo di sezionamento sotto carico, azionabile da comando remoto, ubicato in posizione segnalata ed accessibile, in modo da mettere in sicurezza ogni parte dell'impianto elettrico all'interno del compartimento antincendio, anche nei confronti del generatore fotovoltaico. In alternativa al sezionamento del generatore fotovoltaico si dovrà collocare lo stesso in apposita area recintata. L'ubicazione dei moduli fotovoltaici e delle condutture elettriche deve consentire il corretto funzionamento e la manutenzione di eventuali evacuatori di fumo e di calore (EFC) presenti, nonché deve tener conto dell'esistenza di possibili vie di veicolazione di incendi (lucernari apribili, camini, ecc.). In ogni caso i moduli fotovoltaici, le condutture ed ogni altro dispositivo non dovranno distare meno di 1 metro dai predetti dispositivi.

13. IMPIANTI ELETTRICI E DI SICUREZZA IN AMBIENTI SPECIFICI

13.1 Impianti elettrici in atri – corridoi – scale - Dicembre 2011

La presente scheda si applica a tutti gli impianti elettrici in atri corridoi e scale ad esclusione di quelli residenziali che si trovino all'interno delle unità abitative per le quali è applicabile la scheda IR 5.

Riferimenti normativi:

- UNI EN 12464-1 - Illuminazione di luoghi di lavoro all'interno.
- CEI EN 60598-2-22 - Apparecchi autonomi di emergenza.
- CEI EN 50171 - Sistemi di alimentazione centralizzata.
- CEI EN 50172 - Sistemi di illuminazione di emergenza.
- DM 16.5.87 n.246 - Norme di sicurezza per edifici di civile abitazione.
- UNI EN 1838 - Illuminazione di emergenza.
- UNI CEI 11222 - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo.

N.B: Illuminazione di emergenza obbligatoria per gli edifici di altezza superiore a 32 m; raccomandata per gli altri.

Vengono considerati i seguenti impianti derivati dal quadro di portineria:

- circuiti prese (generalmente utilizzate per le pulizie)
- circuiti luce ordinaria
- circuiti luce di emergenza, se centralizzata
- circuiti luce di protezione (o notturna)

Illuminazione

- si consiglia l'impiego di sorgenti ad alta efficienza e a lunga durata, compatibilmente con l'utilizzo. Ad esempio, se il circuito è comandato da interruttori a tempo (temporizzatori) è preferibile evitare lampade fluorescenti o a scarica ad alta intensità, la cui durata è molto condizionata dal numero di accensioni
- è opportuno prevedere una adeguata parzializzazione del carico mediante centri luminosi a doppia accensione, con comando centralizzato automatico per l'illuminazione di base o manuale per l'illuminazione supplementare

Prese:

- ☐ atrio: una ogni 10 m²
- ☐ corridoi: almeno una ogni 10 m
- ☐ scale: una in corrispondenza di ogni arrivo ai singoli piani

Per una protezione locale più completa si consiglia, specialmente nei condomini, l'impiego di prese a spina interbloccate con interruttore magnetotermico differenziale da 10 mA.

Per ambienti comuni non ad uso privato sono prescritti i seguenti livelli di illuminamento medio mantenuto (cioè minimo in esercizio), misurati a livello del pavimento secondo UNI EN 12464-1:

- Atrio: 100 lx
- Grandi aree comuni (eventuali): 200 lx
- Corridoi e scale (durante il giorno): 100 lx
- Corridoi e scale (durante la notte): accettabili livelli ridotti
- Sbarco ascensori: 200 lx

Circuito/i luce di emergenza

L'impianto di illuminazione di emergenza deve assicurare, quando viene a mancare l'alimentazione, l'illuminamento minimo di sicurezza e la segnaletica in modo da mettere in evidenza le uscite e il percorso per raggiungerle (Vedi il paragrafo sottostante "Impianti illuminazione di emergenza - Ottobre 2010").

La sorgente di energia può essere:

- ☐ Autonomia (contenuta negli apparecchi di illuminazione secondo CEI EN 60598-2-22)
- ☐ Centralizzata (secondo CEI EN 50171)

L'illuminamento minimo, misurato a pavimento, non deve essere inferiore a 1 lx lungo la linea centrale delle vie di sfollamento ed il grado di uniformità non deve essere maggiore di 40:1 (Vedi il paragrafo sottostante "Impianti illuminazione di emergenza - Ottobre 2010").

L'autonomia di funzionamento non deve essere inferiore a 1h (con ricarica completa degli accumulatori entro 24 h) (Vedi il paragrafo sottostante "Impianti illuminazione di emergenza - Ottobre 2010").

Altezza di installazione degli apparecchi $\geq 2,5$ m; se inferiore, le lampade devono essere protette meccanicamente e non facilmente rimovibili.

L'impianto deve essere controllato periodicamente in accordo alla norma UNI CEI 11222 (Vedi il paragrafo sottostante "Impianti illuminazione di emergenza - Ottobre 2010").

Impianti illuminazione di emergenza - Ottobre 2010

L'impianto di illuminazione di emergenza deve assicurare, quando viene a mancare l'alimentazione, l'illuminamento minimo di sicurezza e la segnaletica in modo da mettere in evidenza le uscite e il percorso per raggiungerle.

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60598-2-22: Apparecchi di illuminazione - Parte 2-22: Prescrizioni particolari -Apparecchi di emergenza.
- CEI EN 50172: Sistemi di illuminazione di emergenza.
- CEI EN 50171: Sistemi di alimentazione centralizzata.
- UNI EN 1838: Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.
- UNI 11222: Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici -Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo.

L'illuminazione di emergenza si suddivide in:

- a) Illuminazione di riserva
- b) Illuminazione di sicurezza

Quest'ultima serve a garantire condizioni di sicurezza come segue:

- a) Illuminazione di sicurezza per l'esodo
- b) Illuminazione antipanico
- c) Illuminazione di aree ad alto rischio

L'impianto deve essere progettato in conformità alla CEI 64/8, UNI EN 1838 e CEI EN 50172.

L'apparecchio di illuminazione deve essere conforme alla norma CEI EN 60598-2-22.

La sorgente di energia può essere:

- autonoma (contenuta nell'apparecchio di illuminazione)
- centralizzata (conforme a CEI EN 50171)

Al fine di eseguire un corretto dimensionamento di tutto l'impianto sono necessari:

- un progetto illuminotecnico (geometria e ubicazione degli apparecchi di illuminazione per garantire i requisiti richiesti)
- un progetto elettrico (dimensionamento dei componenti, protezioni dai contatti diretti e indiretti, protezione dalle influenze esterne, selettività dei dispositivi di protezione ecc.)

Il progetto e la scelta dei prodotti dovrà tenere conto delle successive fasi di manutenzione dell'impianto.

Salvo diverse disposizioni legislative⁽¹⁾, l'illuminazione di sicurezza deve essere progettata per garantire quanto segue:

(1) Elenco dei principali DL in vigore al momento della pubblicazione del presente capitolato (non esaustivo):

- *Decreto Ministeriale n° 236 del 14/06/1989 (Ascensori).*
- *Decreto Ministeriale n° 246 del 16/06/1987 (Edifici residenziali).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1986-02-01 (Autorimesse)*
- *Decreto del Ministero dei Trasporti del 1988-01-11 (Metropolitane)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1992-08-26 (Scuole)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1994-04-09 (Alberghi)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1996-03-18 (Ambienti sportivi)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1996-08-19 (Cinema, teatri e pubblico spettacolo)*
- *Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (Ambienti di lavoro)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 2002-09-18 (ospedali e strutture sanitarie)*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 2006-02-22 (uffici).*
- *Decreto del Presidente della Repubblica n. 418 del 1995-06-30 (edifici di interesse storico artistico destinati a biblioteche ed archivi)*
- *Decreto Ministeriale n. 569 del 1992-05-20 (edifici di interesse storico artistico destinati a musei, galleria, esposizioni e mostre)*

Illuminazione di sicurezza (UNI EN 1838)

a) Illuminazione di sicurezza per l'esodo

L'illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea centrale della via di esodo, non deve essere minore di 1 lx.

Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo sulla linea centrale della via di esodo, non deve essere maggiore di 40:1.

L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo.

La durata minima (autonomia) dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h.

Nella progettazione di un impianto di illuminazione di emergenza, gli apparecchi devono essere posizionati almeno in corrispondenza o prossimità di:

- ogni porta di uscita prevista per l'uso in emergenza
- scale, in modo che ogni rampa riceva luce diretta
- ogni cambio di livello
- sulle uscite di sicurezza indicate ed in corrispondenza dei segnali di sicurezza
- ogni cambio di direzione
- ogni intersezione di corridoi
- ogni uscita e immediatamente all'esterno
- ogni punto di pronto soccorso
- ogni dispositivo antincendio e punto di chiamata

b) Illuminazione antipanico

Deve essere prevista una illuminazione antipanico, tra gli altri, in locali aperti al pubblico di dimensioni superiori a 60 m² (altre indicazioni sono contenute nella norma CEI EN 50172). L'illuminamento orizzontale al suolo non deve essere minore di 0,5 lx. Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo non deve essere maggiore di 40:1. L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo. La durata minima (autonomia) dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h.

c) Illuminazione di aree ad alto rischio

Lo scopo dell'illuminazione di aree ad alto rischio è di garantire la sicurezza delle persone coinvolte in processi di lavorazione o situazioni potenzialmente pericolose. Le zone dove si svolgono attività ad alto rischio devono essere identificate nell'ambito dell'analisi dei rischi del DL 81/2008. L'illuminamento mantenuto sul piano di lavoro non deve essere minore del 10% dell'illuminamento previsto per l'attività; esso non deve essere comunque essere minore di 15 lx. L'illuminazione deve essere di tipo permanente o raggiunta entro 0,5 s dalla mancanza di tensione. Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo non deve essere maggiore di 10:1. L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo. L'autonomia minima deve essere correlata alla durata del rischio per le persone.

Illuminazione di riserva

È la parte dell'illuminazione di emergenza che consente di continuare la normale attività senza sostanziali cambiamenti. Non ci sono requisiti aggiuntivi rispetto all'illuminazione generare funzionale

Segnali di sicurezza

I segnali di sicurezza devono essere conformi alla direttiva 92/58/CEE (DL 81/2008) ed essere muniti di un'immagine grafica che prescrive un determinato comportamento comprensibile a tutti.

I pittogrammi possono essere illuminati internamente o esternamente. In ogni caso devono rispettare requisiti di uniformità delle luminanze come segue:

- Il rapporto tra la luminanza L_{bianco} e la luminanza L_{colore} non deve essere minore a 5:1 e non deve essere maggiore di 15:1
- Il rapporto tra luminanza massima e luminanza minima, in ogni area bianca o di colore di sicurezza, non deve essere maggiore di 10:1. Le verifiche devono essere effettuate secondo l'appendice A della norma UNI EN 1838.

In funzione delle caratteristiche del luogo si devono selezionare:

- apparecchi permanenti (sempre accesi) dove le vie d'esodo sono difficilmente individuabili a causa dell'oscurità (es. cinema – discoteca) o ad alta densità di occupanti (centri commerciali)
- apparecchi non permanenti (solo emergenza) nei locali normalmente illuminati dove le vie d'esodo sono chiaramente identificabili in condizioni ordinarie

Le dimensioni dei pittogrammi devono essere selezionate per consentire una corretta individuazione e visibilità. Salvo diverse indicazioni di legge, la distanza di visibilità (vedere figura) deve essere determinata utilizzando la formula seguente:

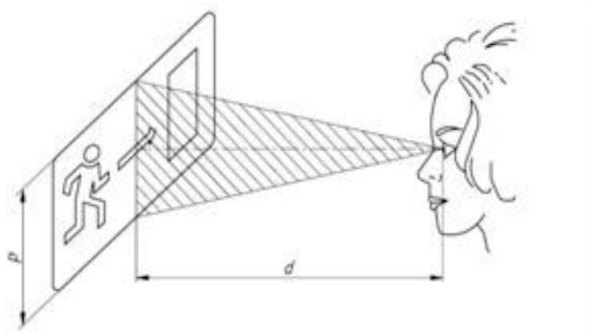
$$d = s \times p$$

Dove:

d: è la distanza di visibilità;

p: è l'altezza del pittogramma;

s: è una costante pari a 100 per segnali illuminati esternamente e pari a 200 per segnali illuminati internamente.



Verifiche e manutenzione

La manutenzione deve essere programmata ed effettuata in conformità alla norma UNI 11222.

L'impianto deve essere controllato:

- Una volta al mese, per il funzionamento e settimanalmente per i sistemi di inibizione e per le sorgenti centralizzate
- Annuale (consigliata ogni sei mesi), per l'autonomia di impianto
- Ogni 4 anni (consigliato ogni 2 anni) una revisione dell'impianto deve essere prevista (sostituzione batterie e lampade usurate)
- Gli interventi devono essere registrati su un apposito registro dei controlli periodici

Allegato A - Caratteristiche per la realizzazione di un impianto di emergenza:

13.2 Locali da bagno e per doccia – Febbraio 2013

Riferimenti normativi:

CEI 64-50 - Edilizia ad uso residenziale e terziario - Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici - Criteri generali.

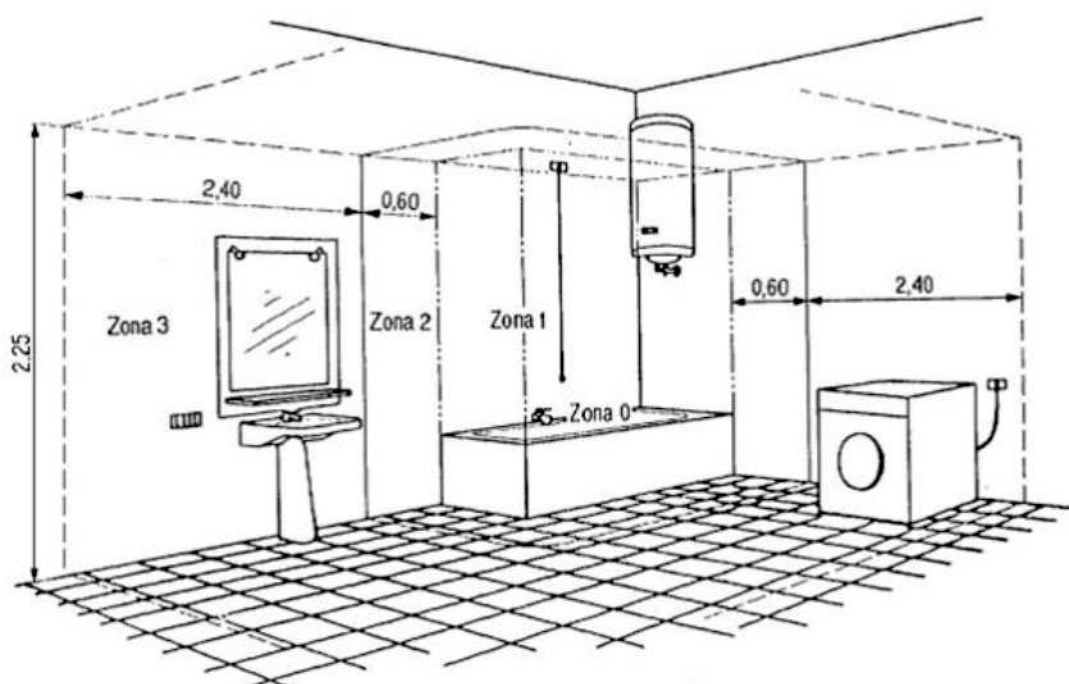
Impianto elettrico:

Deve essere eseguito considerando le seguenti quattro zone, va rilevato che le norme indicano degli esempi in cui i limiti di queste zone possono risultare modificati dalla presenza di ripari o diaframmi isolanti interposti.

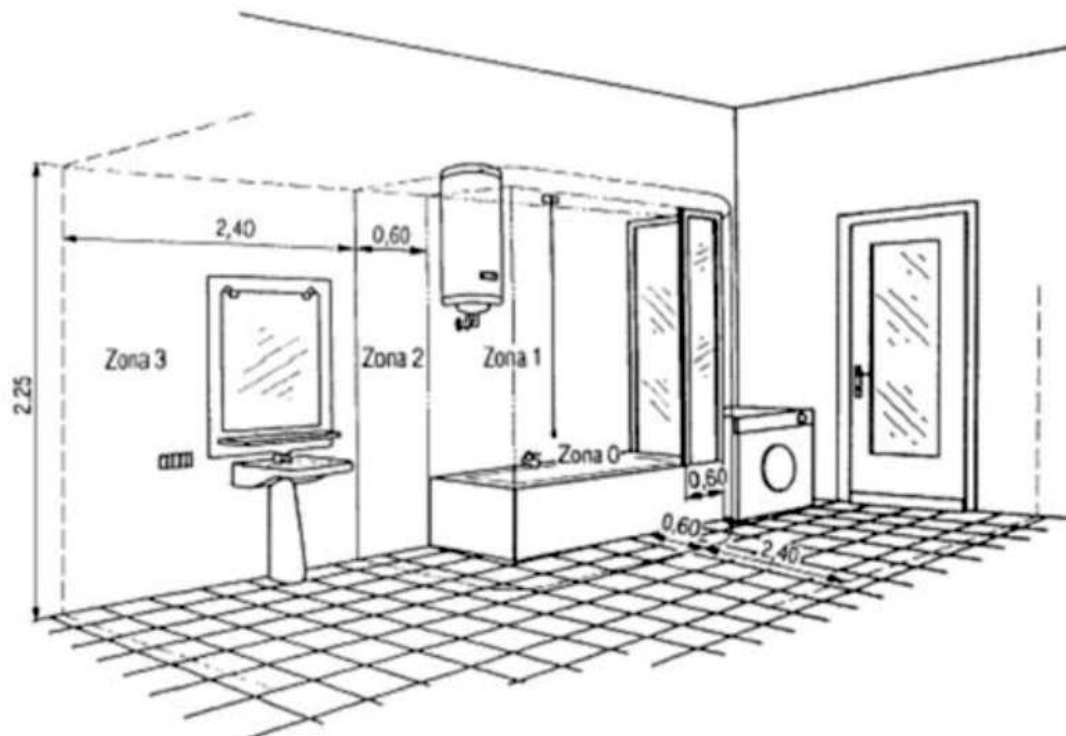
- 1) **zona 0:** volume interno alla vasca da bagno o al piatto doccia per le cabine prefabbricate si estende a tutto il loro interno
- 2) **zona 1:** delimitata dalla superficie verticale circoscritta dalla vasca da bagno o dal piatto doccia (volume posto sulla verticale della vasca o piatto doccia fino a 2,25 m dal pavimento) ⁽¹⁾
- 3) **zona 2:** delimitata dalla superficie verticale esterna alla zona 1 e da una superficie parallela a 0,60 m dalla prima (e fino a 2,25 m dal pavimento)
- 4) **zona 3:** delimitata dalla superficie verticale esterna alla zona 2 e da una superficie parallela situata a 2,40 m dalla prima (e fino a 2,25 m dal pavimento)

⁽¹⁾ se il piatto doccia si trova a più di 15 cm sopra il pavimento, la quota di 2,25 m è riferita al piatto doccia)

Esempio di installazione di componenti elettrici in un locale da bagno:



Esempio di installazione di componenti elettrici in un locale da bagno con riparo sulla vasca da bagno:



Protezione aggiuntiva mediante interruttori differenziali:

Uno o più interruttori differenziali con una corrente differenziale nominale non superiore a 30 mA devono proteggere tutti i circuiti situati nelle zone 0, 1, 2 e 3.

L'uso di tali interruttori differenziali non è richiesto per i circuiti:

- protetti mediante SELV; o
- protetti mediante separazione elettrica, se ciascun circuito alimenta un solo apparecchio utilizzatore

Dove si utilizzano circuiti SELV, qualunque sia la tensione nominale, si deve prevedere, nelle zone 0, 1, 2 e 3, la protezione contro i contatti diretti a mezzo di:

- barriere o involucri che presentino almeno il grado di protezione IPXXB; oppure
- un isolamento in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V, valore efficace in c.a., per 1 min

I componenti elettrici devono avere almeno i seguenti gradi di protezione:

- nella zona 0: IPX7
- nella zona 1: IPX4
- nella zona 2: IPX4

Queste prescrizioni non si applicano alle unità di alimentazione dei rasoi conformi alla Norma.

CEI EN 61558-2-5 (CEI 96-10) installate in zona 2 purchè siano improbabili spruzzi d'acqua.

Prese a spina installate nella zona 3 purché siano protette mediante interruttore differenziale con $I_{dn} \leq 30 \text{ mA}$ (*), installato:

- ☐ localmente:
 - ☐ da 10 mA
- ☐ sul quadro di piano:
 - ☐ da 30 mA
- ☐ alimentazione singola tramite trasformatore d'isolamento
- ☐ alimentazione SELV

(*) La Norma CEI 64-8 prevede in alternativa anche una delle seguenti soluzioni:

- ☐ Scaldacqua:

Può essere installato in zona 1 o 2. L'alimentazione si può eseguire con cavo multipolare con guaina non metallica, posto entro un tubo incassato, e scatola terminale con passa cordone vicino allo scaldacqua. Si deve prevedere un interruttore di comando fuori dalle zone 1 e 2.
- ☐ Apparecchiature:

Interruttori, prese a spina, cassette di giunzione, ecc., devono essere installate nella zona 3. Possono essere usate apparecchiature di tipo ordinario per l'installazione incassata verticale (nelle zone 2 e 3 dei locali da bagno, dove si prevede l'uso di getti d'acqua per la pulizia, il grado di protezione delle apparecchiature deve essere IP X5).
- ☐ Collegamento equipotenziale supplementare:

Le masse estranee delle zone 1-2 e 3 devono essere collegate al conduttore di protezione. In particolare, per le tubazioni metalliche dell'acqua, del riscaldamento, del condizionamento, del gas, ecc., è sufficiente che le stesse siano collegate all'ingresso dei locali da bagno o per doccia, ad esempio, con un cavo senza guaina in rame di 4 mm².
- ☐ Apparecchi di illuminazione fissi
 - ☐ in zona 1: solo apparecchi alimentati da SELV (25 V ca, 60 V cc)
 - ☐ in zona 2: gli apparecchi possono essere di classe I o classe II con grado di protezione IPX4 e pertanto è necessario portare il conduttore di protezione
- ☐ Apparecchi di riscaldamento e ventilatori aspiratori fissi
 - ☐ in zona 2: gli apparecchi possono essere di classe II con grado di protezione IPX4

Se un aspiratore a tensione di rete viene installato nella zona 3, occorre una protezione minima IPX1: è comunque consigliabile (visto l'effetto condensa nei bagni) installare un aspiratore con protezione IPX4 anche nella zona ordinaria.

Se l'aspiratore è installato nei bagni pubblici o destinati a comunità dove, per la pulizia, sia previsto l'uso di getti d'acqua, si deve installare un apparecchio SELV o IPX5.

Tenuto conto che nel locale è previsto:

- il lavandino
- il W.C.
- la vasca da bagno
- il piatto doccia
- scaldacqua
- 1 punto luce a soffitto e 1 punto luce a parete (*)
- aspiratore (1)
- comando (isolante) di segnalazione a tirante sopra la vasca
- comando di segnalazione a tirante sopra il W.C.
- 1 presa a spina 2P + T 10 A (*)
- 1 presa a spina 2P + T 16 A (*)
- unità di alimentazione per rasoio
- apparecchio di illuminazione di emergenza autonomo

⁽¹⁾ L'aspiratore può essere avviato dal comando punto luce e deve avere grado di protezione adeguato alla zona dove è installato.

(*) Per il numero esatto dei circuiti, delle prese a spina e di punti luci da prevedere nelle unità abitative fare riferimento alla scheda IE 109.

Nel caso in cui si ritenga opportuno ottenere una più efficace protezione addizionale contro i contatti diretti in aggiunta alle già previste protezioni dalla Norma CEI 64-8, è possibile installare un interruttore automatico differenziale ad altissima sensibilità $I_{dn} = 10 \text{ mA}$ nella scatola contenente la presa da proteggere.

Va tenuto presente che gli interruttori differenziali ad altissima sensibilità possono determinare interventi intempestivi e vanno pertanto usati solo per circuiti finali.

L'impiego di una protezione addizionale può essere prevista soprattutto a protezione dei locali, dove le persone sono più vulnerabili ai contatti con le parti conduttrici.

13.3 Impianto aspirazione bagni ciechi

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60335 - 2 - 80 (sicurezza aspiratori per locali singoli).
- CEI 64-50.

L'aspirazione forzata dell'aria viziata nei bagni ciechi si può ottenere, ad esempio, mediante:

- ☐ aspiratore nel singolo locale (aspiratore con serranda che si chiude quando la ventola è ferma e si riapre quando la ventola aspira)
- ☐ bocchetta raccordata a colonna o canale verticale (di solito usata quando sulla stessa colonna si possono raccordare più bocchette. Sulla sommità della colonna è inserito un torrino di estrazione)

Nella zona 2, è possibile installare l'eventuale aspiratore in classe II con grado di protezione IPX4, con protezione mediante interruttore differenziale da 30 mA (le zone 1 e 2 esistono solo in presenza della vasca da bagno o del piatto doccia ed è limitata ad una altezza di m. 2,25; sopra tale altezza si definisce zona ordinaria).

Se un aspiratore a tensione di rete viene installato nella zona 3, occorre una protezione minima IPX1: è comunque consigliabile (visto l'effetto condensa nei bagni) installare un aspiratore con protezione IPX4 anche nella zona ordinaria.

Se l'aspiratore è installato nei bagni pubblici o destinati a comunità dove, per la pulizia, sia previsto l'uso di getti d'acqua, si deve installare un apparecchio SELV o IPX5.

COMANDO ASPIRAZIONE

L'aspiratore del singolo locale può essere avviato, ad esempio, contemporaneamente all'illuminazione del locale a mezzo d'interruttore bipolare. È opportuno che la disinserzione avvenga con un ritardo prefissato (es. a mezzo di temporizzatore elettronico).

Il comando motore del torrino di estrazione può essere dato da interruttore orario programmabile e il funzionamento può essere:

- ☐ continuo
- ☐ saltuario

Ricambi aria (per i ricambi aria occorre verificare il regolamento edilizio comunale presso il Comune interessato)

Per l'aspirazione del singolo locale (funzionamento saltuario), di solito vengono richiesti 12 ricambi/ora.

Per l'aspirazione con torrino di estrazione, di solito vengono richiesti:

- ☐ 6 ricambi / ora, se il funzionamento è continuo
- ☐ 12 ricambi / ora, se il funzionamento è saltuario

A titolo puramente orientativo si danno alcune indicazioni sulle portate di alcuni aspiratori a muro:

- aspiratore 230 V c.a. - 16 W: portata 65 m³/h
- aspiratore 2230 V c.a. - 95 W: portata 400 m³/h

13.4 Impianti illuminazione di emergenza - Ottobre 2010

L'impianto di illuminazione di emergenza deve assicurare, quando viene a mancare l'alimentazione, l'illuminamento minimo di sicurezza e la segnaletica in modo da mettere in evidenza le uscite e il percorso per raggiungerle.

Riferimenti normativi:

- CEI EN 60598-2-22: Apparecchi di illuminazione - Parte 2-22: Prescrizioni particolari -Apparecchi di emergenza.
- CEI EN 50172: Sistemi di illuminazione di emergenza.
- CEI EN 50171: Sistemi di alimentazione centralizzata.
- UNI EN 1838: Applicazione dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.
- UNI 11222: Luce e illuminazione - Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici -Procedure per la verifica periodica, la manutenzione, la revisione e il collaudo.

L'illuminazione di emergenza si suddivide in:

- a) Illuminazione di riserva
- b) Illuminazione di sicurezza

Quest'ultima serve a garantire condizioni di sicurezza come segue:

- a) Illuminazione di sicurezza per l'esodo
- b) Illuminazione antipanico
- c) Illuminazione di aree ad alto rischio

L'impianto deve essere progettato in conformità alla CEI 64/8, UNI EN 1838 e CEI EN 50172.

L'apparecchio di illuminazione deve essere conforme alla norma CEI EN 60598-2-22 (vedi scheda GC 015).

La sorgente di energia può essere:

- autonoma (contenuta nell'apparecchio di illuminazione)
- centralizzata (conforme a CEI EN 50171)

Al fine di eseguire un corretto dimensionamenti di tutto l'impianto sono necessari:

- un progetto illuminotecnico (geometria e ubicazione degli apparecchi di illuminazione per garantire i requisiti richiesti)
- un progetto elettrico (dimensionamento dei componenti, protezioni dai contatti diretti e indiretti, protezione dalle influenze esterne, selettività dei dispositivi di protezione ecc)

Il progetto e la scelta dei prodotti dovrà tenere conto delle successive fasi di manutenzione dell'impianto

Salvo diverse disposizioni legislative⁽¹⁾, l'illuminazione di sicurezza deve essere progettata per garantire quanto segue:

⁽¹⁾ Elenco dei principali DL in vigore al momento della pubblicazione del presente capitolato (non esaustivo):

- *Decreto Ministeriale n° 236 del 14/06/1989 (Ascensori).*
- *Decreto Ministeriale n° 246 del 16/06/1987 (Edifici residenziali).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1986-02-01 (Autorimesse).*
- *Decreto del Ministero dei Trasporti del 1988-01-11 (Metropolitane).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1992-08-26 (Scuole).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1994-04-09 (Alberghi).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1996-03-18 (Ambienti sportivi).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 1996-08-19 (Cinema, teatri e pubblico spettacolo).*
- *Decreto Legislativo 9 aprile 2008, n. 81 (Ambienti di lavoro).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 2002-09-18 (ospedali e strutture sanitarie).*
- *Decreto del Ministero dell'Interno del 2006-02-22 (uffici).*
- *Decreto del Presidente della Repubblica n. 418 del 1995-06-30 (edifici di interesse storico artistico destinati a biblioteche ed archivi).*
- *Decreto Ministeriale n. 569 del 1992-05-20 (edifici di interesse storico artistico destinati a musei, galleria, esposizioni e mostre).*

Illuminazione di sicurezza (UNI EN 1838)

a) Illuminazione di sicurezza per l'esodo

L'illuminamento orizzontale al suolo lungo la linea centrale della via di esodo, non deve essere minore di 1 lx.

Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo sulla linea centrale della via di esodo, non deve essere maggiore di 40:1.

L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo.

La durata minima (autonomia) dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h.

Nella progettazione di un impianto di illuminazione di emergenza, gli apparecchi devono essere posizionati almeno in corrispondenza o prossimità di:

- ogni porta di uscita prevista per l'uso in emergenza
- scale, in modo che ogni rampa riceva luce diretta
- ogni cambio di livello
- sulle uscite di sicurezza indicate ed in corrispondenza dei segnali di sicurezza
- ogni cambio di direzione
- ogni intersezione di corridoi
- ogni uscita e immediatamente all'esterno
- ogni punto di pronto soccorso
- ogni dispositivo antincendio e punto di chiamata

b) Illuminazione antipanico

Deve essere prevista una illuminazione antipanico, tra gli altri, in locali aperti al pubblico di dimensioni superiori a 60 m² (altre indicazioni sono contenute nella norma CEI EN 50172). L'illuminamento orizzontale al suolo non deve essere minore di 0,5 lx. Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo non deve essere maggiore di 40:1. L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo. La durata minima (autonomia) dell'illuminazione di sicurezza nelle vie di esodo deve essere 1 h.

c) Illuminazione di aree ad alto rischio

Lo scopo dell'illuminazione di aree ad alto rischio è di garantire la sicurezza delle persone coinvolte in processi di lavorazione o situazioni potenzialmente pericolose. Le zone dove si svolgono attività ad alto rischio devono essere identificate nell'ambito dell'analisi dei rischi del DL 81/2008. L'illuminamento mantenuto sul piano di lavoro non deve essere minore del 10% dell'illuminamento previsto per l'attività; esso non deve essere comunque essere minore di 15 lx. L'illuminazione deve essere di tipo permanente o raggiunta entro 0,5 s dalla mancanza di tensione. Il rapporto tra illuminamento massimo e minimo non deve essere maggiore di 10:1. L'abbagliamento debilitante deve essere contenuto limitando l'intensità luminosa degli apparecchi di illuminazione all'interno del campo visivo. L'autonomia minima deve essere correlata alla durata del rischio per le persone.

Illuminazione di riserva

È la parte dell'illuminazione di emergenza che consente di continuare la normale attività senza sostanziali cambiamenti. Non ci sono requisiti aggiuntivi rispetto all'illuminazione generica funzionale

Segnali di sicurezza

I segnali di sicurezza devono essere conformi alla direttiva 92/58/CEE (DL 81/2008) ed essere muniti di un'immagine grafica che prescrive un determinato comportamento comprensibile a tutti.

I pittogrammi possono essere illuminati internamente o esternamente. In ogni caso devono rispettare requisiti di uniformità delle luminanze come segue:

- Il rapporto tra la luminanza L_{bianco} e la luminanza L_{colore} non deve essere minore a 5:1 e non deve essere maggiore di 15:1
- Il rapporto tra luminanza massima e luminanza minima, in ogni area bianca o di colore di sicurezza, non deve essere maggiore di 10:1. Le verifiche devono essere effettuate secondo l'appendice A della norma UNI EN 1838

In funzione delle caratteristiche del luogo si devono selezionare:

- apparecchi permanenti (sempre accesi) dove le vie d'esodo sono difficilmente individuabili a causa dell'oscurità (es. cinema – discoteca) o ad alta densità di occupanti (centri commerciali)
- apparecchi non permanenti (solo emergenza) nei locali normalmente illuminati dove le vie d'esodo sono chiaramente identificabili in condizioni ordinarie

Le dimensioni dei pittogrammi devono essere selezionate per consentire una corretta individuazione e visibilità. Salvo diverse indicazioni di legge, la distanza di visibilità (vedere figura) deve essere determinata utilizzando la formula seguente:

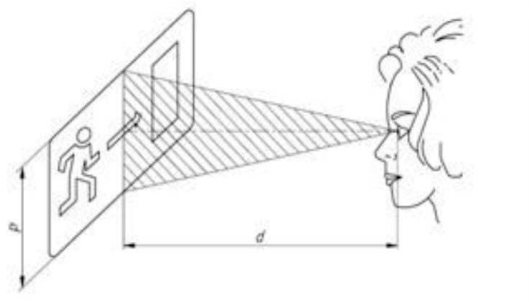
$$d = s \times p$$

Dove:

d: è la distanza di visibilità

p: è l'altezza del pittogramma

s: è una costante pari a 100 per segnali illuminati esternamente e pari a 200 per segnali illuminati internamente



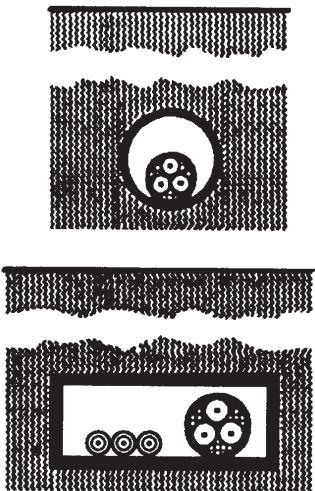
Verifiche e manutenzione

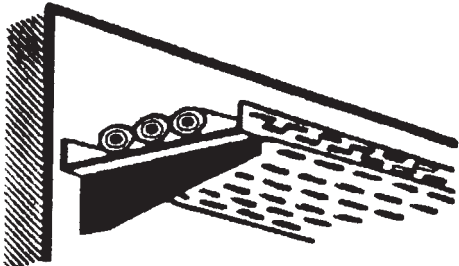
La manutenzione deve essere programmata ed effettuata in conformità alla norme UNI 11222.

L'impianto deve essere controllato:

- Una volta al mese, per il funzionamento e settimanalmente per i sistemi di inibizione e per le sorgenti centralizzate
- Annuale (consigliata ogni sei mesi), per l'autonomia di impianto
- Ogni 4 anni (consigliato ogni 2 anni) una revisione dell'impianto deve essere prevista (sostituzione batterie e lampade usurate)
- Gli interventi devono essere registrati su un apposito registro dei controlli periodici

14. APPENDICE: TIPOLOGIE DI POSA DEI CAVI

<p>CEI 64-8/5 n. 61</p>		<p><i>Cavi multipolari o unipolari con guaina in tubi protettivi interrati od in cunicoli interrati</i></p>
---	---	---

<p>CEI 64-8/5 n. 13</p>		<p><i>Cavi multipolari (o unipolari con guaina) con o senza armatura, e cavi con isolamento minerale su passerelle perforate o reti metalliche con percorso orizzontale o verticale</i></p>
---	--	---

15. APPENDICE: CARATTERISTICHE TECNICHE DEI CAVI E DELLE CONDUTTURE

FG16(O)R16

FG16(O)R16 - Cca-s3,d1,a3

Cavi per energia e segnalazioni flessibili per posa fissa, isolati in gomma etilenpropilenica alto modulo di qualità G16, non propaganti l'incendio a ridotta emissione di gas corrosivi.

CEI 20-13 / 20-22 II / 20-35 (EN50265) / 20-37 pt.2 / 20-52
TABELLE UNEL 35375 - 35376 - 35377



Guaina PVC
qualità R16

Isolamento
in HEPR di
qualità G16

Conduttore in
corda flessibile
di rame rosso
ricotto

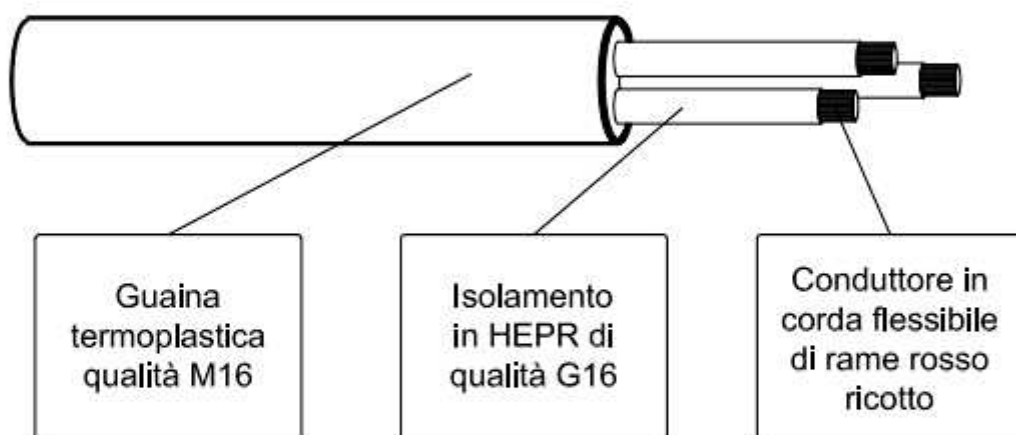
Tensione nominale U_0/U	0,6 / 1 kV
Tensione massima U_m	1,2 kV
Temperatura massima di esercizio	90 °C
Temperatura massima corto circuito	250 °C

FG16(O)M16

FG16(O)M16 - Cca-s1b,d1,a1

Cavi per energia e segnalazioni flessibili, isolati in gomma etilenpropilenica alto modulo di qualità G16, non propaganti l'incendio senza alogeni e a basso sviluppo di fumi opachi

CEI 20-13



Tensione nominale U_0/U	0,6 / 1 kV
Tensione massima U_m	1,2 kV
Temperatura massima di esercizio	90 °C
Temperatura massima corto circuito	250 °C