

# COMUNE DI PIANEZZA

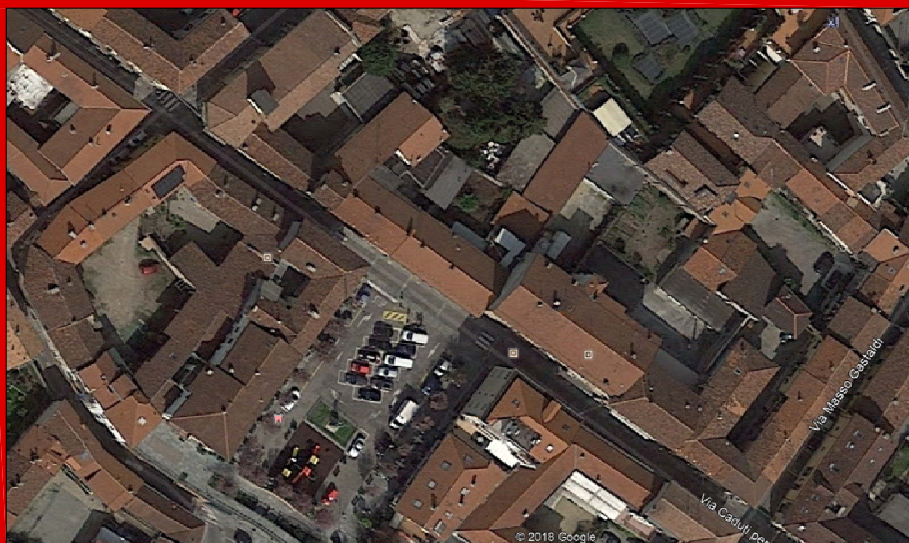
## Provincia di Torino

CONSOLIDAMENTO DELLA PIAZZA VITTORIO VENETO  
E SITO ADIACENTE

Piazza Vittorio Veneto  
Pianezza

### Proprietà:

Comune di Pianezza  
Piazza Leumann, 1  
10044 Pianezza (To)



DOCUMENTO redatto da:

**STIEL** s.r.l.  
Str. Antica di Grugliasco n°111  
GRUGLIASCO (TO)

SPAZIO A DISPOSIZIONE DELL'UFFICIO

IMPIANTI ELETTRICI  
RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA

Data aggiornamento validazione:  
24-04-2019

Elaborato  
**R001**



## INDICE

<b>1) - OGGETTO</b>	<b>3</b>
1.1) - ELENCO ELABORATI	3
<b>2) - NORMATIVE DI RIFERIMENTO E QUALITÀ DEI MATERIALI</b>	<b>5</b>
Leggi e decreti	5
Norme	6
<b>3) - DATI DI PROGETTO</b>	<b>10</b>
<b>4) - INQUADRAMENTO NORMATIVO</b>	<b>11</b>
<b>5) - CRITERI DI DIMENSIONAMENTO</b>	<b>13</b>
<b>6) - CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO ELETTRICI ED ILLUMINOTECNICI</b>	<b>14</b>
<b>7) - QUADRO ELETTRICO GENERALE QG</b>	<b>15</b>
<b>8) - LINEE PRINCIPALI</b>	<b>18</b>
<b>9) - IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ORDINARIA E DI SICUREZZA</b>	<b>19</b>
9.1 ILLUMINAZIONE ORDINARIA AUTORIMESSA	19
9.2 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	20
9.3 SISTEMAZIONI PIAZZA	20
<b>10) - IMPIANTI DI FORZA MOTRICE</b>	<b>22</b>
<b>11) - IMPIANTO DI TERRA</b>	<b>23</b>
<b>12) - QUALITÀ DEI MATERIALI</b>	<b>24</b>
12.1 - CONSIDERAZIONI GENERALI	24
12.2 - INTERRUTTORI AUTOMATICI B.T. PER QUADRI ELETTRICI	24
12.3 - QUADRI ELETTRICI	27
12.4 - RIFASAMENTO AUTOMATICO	30
12.5 - TUBAZIONI PORTACAVI	31
12.6 - CASSETTE DI DERIVAZIONE	31
12.7 - CAVI DI ENERGIA	33
12.8 - APPARECCHI DI COMANDO, PRESE, PUNTI LUCE	33
12.9 - CANALIZZAZIONI	35
12.10 - APPARECCHI ILLUMINANTI	36
12.11 - PALI	37
12.12 - IMPIANTO DI TERRA	38
<b>13) - MODALITÀ DI ESECUZIONE E POSA IN OPERA</b>	<b>39</b>
13.1 - CONSIDERAZIONI GENERALI	39
13.2 - TUBAZIONI PORTACAVI	39
13.3 - CASSETTE DI DERIVAZIONE	41
13.4 - CAVI DI ENERGIA	41
13.5 - APPARECCHI DI COMANDO, PRESE, PUNTI LUCE	43
13.6 - CANALINE	45
13.7 - APPARECCHI ILLUMINANTI	45
13.8 - PALI	45
13.9 - ESECUZIONE DI CAVIDOTTI ED OPERE RELATIVE	46
13.10 - PROTEZIONI	47

## 1) - OGGETTO

Il presente documento costituisce la relazione tecnica descrittiva per la realizzazione dell'impianto elettrico di illuminazione della piazza Vittorio Veneto e sito adiacente compresa l'autorimessa interrata nel comune di Pianezza (TO).

Nel proseguimento della relazione saranno descritti in dettaglio gli impianti previsti, le caratteristiche tecnico-qualitative dei componenti principali, i criteri e le modalità esecutive delle opere.

Saranno anche precisati i metodi di dimensionamento adottati, con particolare riferimento agli aspetti elettrici (sezione dei cavi, coordinamento con le relative protezioni, ecc..) ed illuminotecnici, ai quali sono riferiti i calcoli appositamente sviluppati ed allegati.

Ad integrazione di quanto contenuto in questa sede dovranno anche essere considerati gli elaborati grafici (planimetria impiantistica, schema unifilare e particolari costruttivi), che costituiscono parte integrante del progetto e forniscono ulteriori elementi per la determinazione della qualità di apparecchiature e componenti, del loro posizionamento, nonché di altri aspetti atti ad individuare - quanto meglio possibile - le opere da realizzare.

Resta comunque inteso che gli impianti in oggetto dovranno essere consegnati dall'Impresa esecutrice perfettamente funzionanti, conformi a tutti i requisiti progettuali, rispondenti a tutte le prescrizioni normative, di legge ed antinfortunistiche e completi - a tale scopo - di ogni componente e/o accessorio, anche se non espressamente citato e/o riportato nella documentazione di progetto.

Al riguardo, con la presentazione della propria offerta tecnico-economica, l'Impresa esecutrice implicitamente dichiara di aver potuto avere esatta conoscenza delle opere da realizzare e degli oneri ad esse correlati, di ritenere la documentazione progettuale esauriente al fine di consentire l'individuazione tecnica di consistenza, caratteristiche, modalità esecutive dei lavori e pertanto di non avere alcuna incertezza relativamente ad essi e di non avanzare alcuna riserva in merito.

### 1.1) - **ELENCO ELABORATI**

Alla presente relazione tecnica descrittiva sono allegati i sottoelencati elaborati grafici, che fanno parte integrante del progetto:

- E001      planimetria piano interrato – impianti di illuminazione e forza motrice
- E002      planimetria piano interrato – rete di terra
- E003      planimetria piano terra e piano primo – impianti di illuminazione
- R001      relazione tecnica descrittiva
- Q000      raccolta quadri elettrici
- I001      calcoli illuminotecnici
- D001      calcoli dimensionamento cavi

- G001 relazione di calcolo per la verifica contro le scariche atmosferiche
- CE01 computo metrico estimativo
- EP01 elenco prezzi unitari
- AP01 analisi prezzi
- EL01 elenco degli elaborati

Ai suddetti documenti si farà riferimento, nei capitoli successivi per la maggior parte degli aspetti impiantistici in esame e comunque dovranno essere considerati per gli ulteriori dettagli – ad integrazione della presente relazione – atti alla completa identificazione delle opere.

## 2) - **NORMATIVE DI RIFERIMENTO E QUALITÀ DEI MATERIALI**

In termini generali, le normative assunte come base di riferimento per gli impianti  
Note generali

Gli impianti e le opere oggetto del progetto sono eseguiti nel rispetto delle norme CEI applicabili, nonché alle leggi e regolamenti previsti dalla legislazione italiana per la sicurezza e la prevenzione degli infortuni. In particolare saranno rispettate le seguenti norme, leggi e regolamenti:

### **Leggi e decreti**

- **Legge 186 del 01\03\1968**

Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni e impianti elettrici ed elettronici (regola d'arte).

- **Legge 791 del 18\10\1977**

Attuazione della direttiva del consiglio della Comunità europee 73\23\CEE relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione

- **Legge 37/08**

Norme per la sicurezza degli impianti

- **D.P.R 392 del 18/04/1994**

Modifiche regolamento di attuazione per la sicurezza degli impianti

- **Decreto legislativo 9 aprile 2008 N. 81**

Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

- **Decreto legislativo 4 Dicembre 1992 N.476**

Attuazione della direttiva 89\336\CEE in materia di tutti gli apparecchi elettrici ed elettronici che possono creare perturbazioni elettromagnetiche o il cui funzionamento possa essere influenzato da tali perturbazioni

- **I regolamenti e le prescrizioni Regionali/Provinciali/Comunali.**

Si precisa che dovrà essere cura della dell'Appaltatore assumere in loco, sotto la sua completa ed esclusiva responsabilità, le necessarie informazione presso le sedi locali ed i componenti uffici dei sopra elencati Enti e di prendere con essi ogni necessario accordo inerente alla realizzazione ed al collaudo degli impianti.

- **Prescrizioni**

ENEL, TELECOM, ASL, ISPEL, ARPA, VV.FF. ed altri Enti interessati.

- **Legislazione vigente per il superamento delle barriere architettoniche**

Gli impianti saranno realizzati in osservanza al DPR 384 del 27/4/78, alla legge n.13 del 9/1/89, al DM 236 del 14/6/89 ed eventuali altre leggi e regolamenti emanati ad integrazione.

## **Norme**

In termini generali, materiali, apparecchiature e modalità di installazione dovranno essere conformi a tutte le Leggi e le normative vigenti, fra cui - a titolo esemplificativo e non limitativo - si citano:

### **Regole tecniche di Sicurezza sul Lavoro:**

<b>RIFERIMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
D.Lgs. 09/04/08 n. 81	Testo unico per la sicurezza sul lavoro
D.Lgs. 03/08/2009 n°106	Disposizioni integrative e correttive del D.Lgs 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

### **Regole tecniche Impianti Elettrici:**

<b>RIFERIMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
Legge 186 del 1968	Componenti elettrici ed impianti a regola d'arte
D.M. 22/01/08 n.37	Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n.248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli edifici" e successive integrazioni e modifiche
DPR 380/2001, capo V	Norme per la sicurezza degli impianti

### **Prevenzione Incendi:**

<b>RIFERIMENTO</b>	<b>DESCRIZIONE</b>
D.M. 16.02.1982	Modificazione del D.M: del 27.09.1965 concernente la determinazione delle attività soggette al controllo dei vigili del fuoco
D.M. 10.03.1998	Criteri generali di sicurezza antincendio e per la gestione dell'emergenza nei luoghi di lavoro
D.M. 09.03.2007	Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale de vigili del fuoco.
Circ. M.I. 1800/4108 (1.2.1988)	Autorimesse a box affaccianti su spazio a cielo libero con un numero di box superiore a nove
Circ. M.I. P1563/4108 (29.8.95)	Criteri per la concessione di deroghe in via generale ai punti 3.2, 3.6.3, 3.7.2 del DM 1.2.1986
Circ. M.I. 6 (12.2.1996)	Prototipi di autosilo a funzionamento automatizzato - Procedure di approvazione
Circ. M.I. P402/4134 (19.2.1997)	Comunicazione tra autorimesse e locali di installazione di impianti termici a gas - Chiarimenti

Circ. M.I. P713/4101 (25.7.2000)	Parcamento di ciclomotori all'interno di autorimesse
Circ. M.I. P714/4101 (25.7.2000)	Trasmissione di quesiti esaminati dal CTS per la prevenzione incendi
D.M. 22.11.2002	Disposizioni in materia di parcheggio di autoveicoli alimentati a g.p.l. all'interno di autorimesse
Circ. M.I. P 810 / 4101 (2.7.2003)	Pendenza dei pavimenti

### Norme UNI:

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
UNI EN 124641	Illuminazione artificiale del luogo di lavoro interni
UNI EN 124642	Illuminazione artificiale del luogo di lavoro esterni
UNI EN 1838	Illuminazione di emergenza
UNI 9795:2013	Rivelazione e segnalazione automatica d'incendio
UNI 8477/1	Calcolo dell'irraggiamento solare su superficie orientata o inclinata
UNI 10439	Calcolo dell'irraggiamento solare su superficie piane
UNI 10877	Sistemi di estinzione incendi ad estinguenti gassosi
UNI	Di pertinenza

### Norme CEI:

In particolare si richiamano qui di seguito alcune delle normative CEI (da intendersi nell'edizione più recente, e comprensive di eventuali relative varianti) più ricorrenti nell'ambito degli impianti in oggetto, pur permanendo l'obbligo di rispettare comunque ogni altra norma o prescrizione applicabile - sia di carattere generale sia specifica di prodotto e/o lavorazione - anche se non esplicitamente citata.

RIFERIMENTO	DESCRIZIONE
CEI 64-8	Impianti elettrici con tensione inferiore a 1000V
CEI EN 60947-1 e 2 CEI EN 60947-2 CEI EN 60947-2 CEI EN 60664-1 CEI EN 61000-4-1 CEI EN 61557-12 CEI EN 60068-2	<p>Gli interruttori scatolati dovranno essere conformi alle seguenti normative:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CEI EN 60947-1 e 2. Apparecchiature a bassa tensione, parte 1: Regole generali. Parte 2: Interruttori automatici.</li> <li>• CEI EN 60947-2 allegato B. Interruttori con protezione differenziale incorporata.</li> <li>• CEI EN 60947-2 allegato F. Prove aggiuntive per gli interruttori con protezione elettronica contro le sovracorrenti.</li> <li>• CEI EN 60664-1 Coordinamento dell'isolamento per le apparecchiature nei sistemi a bassa tensione - Parte 1: Principi, prescrizioni e prove.</li> <li>• CEI EN 61000-4-1 Compatibilità Elettromagnetica (EMC): Tecniche di prova e di misura.</li> <li>• CEI EN 61557-12 Apparecchi per prove, misure o controllo dei sistemi di protezione. Parte 12: Dispositivi per la misura ed il controllo delle prestazioni.</li> <li>• CEI EN 60068-2. Prove ambientali</li> <li>• Norme corrispondenti in vigore nei paesi membri (NF, VDE, BS, AS)</li> </ul>
CEI 23-51	Quadretti elettrici
CEI EN 50522	Impianti di terra
CEI 02	Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici
CEI EN 60529	Gradi di protezione degli involucri (codici IP)

CEI EN 60898-1 CEI EN 61008-1 CEI EN 61009-1 CEI EN 60947-2	Le normative di riferimento per i dispositivi di protezione dovranno essere le seguenti: - CEI EN 60898-1: norma per interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti in impianti per uso domestico e similare - CEI EN 61008-1: norma per interruttori automatici differenziali - CEI EN 61009-1: norma per interruttori automatici differenziali con integrata la protezione contro le sovracorrenti in impianti per uso domestico e similare - CEI EN 60947-2: norma per interruttori automatici per la protezione contro le sovracorrenti in impianti di tipo industriale
CEI 11-17	Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica - Linee in cavo
CEI 17-4	Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1.000 V - Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata e a tensione superiore a 1.000 V
CEI 17-5	Interruttori automatici per c.a. e tensione nominale non superiore a 1.000V e per c.c. e tensione nominale non superiore a 1.200 V;
CEI EN 61869-2	Trasformatori di misura – Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di corrente;
CEI EN 61869-3	Trasformatori di misura – Prescrizioni aggiuntive per trasformatori di tensione induttivi;
CEI 20-22	Cavi elettrici non propaganti l'incendio
CEI 20-13	Cavi con isolamento estruso in gomma per tensioni nominali da 1 a 30 kV;
CEI 20-14	Cavi isolati con polivinilcloruro di qualità R2 con grado di isolamento superiore a 3;
CEI 20-20	Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V;
CEI 20-22	Cavi non propaganti l'incendio - prove;
CEI 20-36	Prove di resistenza al fuoco per cavi elettrici in condizioni di incendio;
CEI 20-37	Prove sui gas emessi durante la combustione dei cavi elettrici;
CEI 20-38	Cavi isolati con gomma non propaganti l'incendio ed a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi, a tensione $\leq 0,6/1kV$ ;
CEI 20-45	Cavi isolati con miscela elastomerica, resistenti al fuoco, non propaganti l'incendio, senza alogeni (LSOH), a tensione $0,6/1kV$ .
CEI EN 61386-21	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 21: prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi ed accessori;
CEI EN 61386-22	Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche - Parte 22: prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli ed accessori;
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;
CEI 34-21	Apparecchi di illuminazione - Parte 1°: Prescrizioni generali e prove;
CEI 34-22	Apparecchi di illuminazione - Parte 2° Requisiti particolari - Apparecchi per illuminazione di emergenza;
CEI 34-23	Apparecchi di illuminazione - Parte 3° Requisiti particolari - Apparecchi fissi per uso generale.
CEI EN 50272-2	Requisiti di sicurezza per batterie di accumulatori e loro installazioni Parte 2: Batterie stazionarie
CEI 61000-2-2	Compatibilità elettromagnetica: livelli di compatibilità;
CEI 61000-3-12	Limiti per le correnti armoniche prodotte da apparecchiature collegate alla rete pubblica a bassa tensione aventi correnti di ingresso $> 16$ e $\leq 75$ A/fase;
CEI 61000-4	Compatibilità elettromagnetica: test d'immunità;
CEI 439	Sicurezza delle apparecchiature a bassa tensione;
CEI EN 60529	Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
ISO 3746	Misura del rumore acustico;
	Marchio CE.
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.
-----------------------------	--

Le singole apparecchiature rispetteranno le prescrizioni delle corrispondenti norme applicabili, secondo quanto indicato nei successivi capitoli.

**Relativamente ai cavi si richiama esplicitamente la necessità di impiegare cavi CPR, che - indipendentemente dalle norme sopracitate ed a meno di eventuali deroghe di legge - dovranno corrispondere ai requisiti del Regolamento UE n. 305/2011 e della norma CEI 64-8 V4, nonché al Dlgs n. 106 del 16.6.2017 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 10.7.2017).**

**Resta inteso che l'impresa esecutrice dovrà tassativamente tenere conto di tutte le norme e/o integrazioni che dovessero intervenire successivamente alla data del presente documento.**

### 3) - DATI DI PROGETTO

Gli impianti in oggetto sia per le sistemazioni esterne che per l'autorimessa saranno alimentati dalla rete di bassa tensione dell'Ente distributore, per la quale sono stati assunti i seguenti dati:

- tensione: 400/230 trifase/monofase con neutro
- frequenza: 50 Hz
- corrente di corto circuito: 15 kA per i sistemi trifase
- modo di collegamento a terra: sistema TT

Gli ambienti presenti nel fabbricato possono essere suddivisi nelle seguenti tipologie:

- ambienti ordinari: scale e corridoio di accesso alla autorimessa
- ambienti a maggior rischio in caso : autorimessa d' incendio
- ambienti all'aperto : aree esterne
- locale con possibile presenza di umidità : locali tecnici.

In relazione a tali classificazioni, gli impianti elettrici saranno realizzati con grado di protezione idoneo all'ambiente specifico di installazione, ed in particolare non dovrà essere inferiore a IP44.

#### 4) - INQUADRAMENTO NORMATIVO

Per quanto riguarda le autorimesse interrate si fa riferimento alla poi abrogata CEI 31-35 che non prescrive di considerare la presenza di luoghi con pericolo di esplosione qualora siano soddisfatte le seguenti caratteristiche:

- A. gli autoveicoli utilizzano come carburante la benzina, il GPL o il metano (GNC);
- B. nell'autorimessa non sono presenti altre sostanze infiammabili oltre al carburante nei serbatoi degli autoveicoli (l'olio lubrificante non presenta pericolo di esplosione);
- C. non vengono compiute operazioni di riempimento e svuotamento dei serbatoi;
- D. non accedono all'autorimessa autoveicoli con evidenti perdite di carburante;
- E. siano attuate le prescrizioni riportate nel DM 1/2/86, con particolare riferimento all'efficacia della ventilazione;
- F. gli autoveicoli in parcheggio sono in genere a motore spento, con il dispositivo di avviamento (chiave) disinserito o nella posizione di riposo;
- G. gli autoveicoli siano omologati e mantenuti in efficienza (ossia sottoposti con esito positivo alle revisioni di legge).

Tuttavia l'autorimessa in termini cautelativi è da considerare "luogo a maggiore rischio in caso di incendio di tipo C". In funzione di quanto sopra tutti i componenti dell'impianto elettrico devono essere protetti contro il rischio di danneggiamento meccanico da parte degli autoveicoli in movimento e devono pertanto essere adeguatamente ubicati e/o protetti.

In particolare:

- gli interruttori e le prese a spina devono essere installati ad altezza non inferiore a 1,15 m dal pavimento (in pratica collocati a 1,15 m per tener conto anche dell'abbattimento delle barriere architettoniche, DM 14/06/89 n. 236),
- le prese a spina devono essere in numero e collocazione sufficiente ad evitare il ricorso a connettori presa-spina,
- le condutture devono essere incassate nelle pareti o nel pavimento oppure in canalizzazioni sufficientemente robuste installate a parete, o protette mediante protezioni meccaniche o entro nicchie, oppure installate in alto e comunque ad almeno 1,15 m dal pavimento.

Se il luogo è ordinario non vigono particolari prescrizioni, è richiesta solo la conformità alla norma generale impianti. Se, invece, il luogo è a maggior rischio in caso d'incendio (Norme CEI 648/7, sez.751), l'impianto deve possedere i requisiti necessari per questo tipo di ambienti (tabella 1).

Le condutture elettriche devono possedere caratteristiche tali da non causare l'innesco e/o la propagazione di incendi. La Norma CEI 648/7, sez. 751 organizza la condutture elettriche ammesse nei luoghi a maggior rischio in caso d'incendio in tre gruppi:

- gruppo A: condutture che non possono innescare e propagare l'incendio;
- gruppo B: condutture che non possono innescare, ma che possono propagare l'incendio;
- gruppo C: condutture senza particolari requisiti che possono innescare e propagare l'incendio.

Per le condutture di gruppo B devono essere adottati provvedimenti aggiuntivi contro la propagazione dell'incendio mentre per le condutture di gruppo C devono essere adottati provvedimenti particolari sia contro la propagazione sia contro l'innesco dell'incendio.

Per le condutture del gruppo C è inoltre richiesto un grado di protezione almeno IP4X per i componenti dell'impianto elettrico e per gli apparecchi d'illuminazione (il grado di protezione IP4X si applica nei confronti delle parti attive e non delle lampade).

Un comando di emergenza, che metta tutto impianto elettrico fuori tensione, è richiesto quando l'autorimessa è soggetta a CPI. Il comando di emergenza deve essere onnipolare e può essere installato, previo accordi coi VV.F , all'esterno del l'autorimessa o in luogo presidiato (in ogni caso in posizione facilmente individuabile e agevolmente accessibile in caso di intervento dei Vigili del Fuoco).

## 5) - CRITERI DI DIMENSIONAMENTO

La scelta delle caratteristiche tecniche e dimensionali dei componenti da impiegare è basata - oltre che sulle prescrizioni particolari che verranno fornite nei capitoli successivi - sui seguenti criteri generali:

- interruttori con correnti nominali adeguate alle correnti di impiego dei circuiti e con potere di interruzione superiore alla corrente di corto circuito nel punto di installazione;
- cavi con portate nominali (nelle specifiche condizioni di posa) superiori alle correnti nominali dei rispettivi interruttori e di sezione tale da non comportare una caduta di tensione complessiva superiore al 4% fra punto di origine dell'impianto ed utilizzatore più distante;
- protezione delle linee contro le sollecitazioni termiche con impiego di interruttori aventi energia passante inferiore a quella sopportabile dai cavi ad essi sottesi;
- impiego - sulle singole linee - di interruttori magnetotermici differenziali onde ottenere la protezione contro i contatti indiretti tramite adeguato coordinamento con l'impianto di terra;
- grado di protezione dei componenti adeguato all'ambiente di installazione.

## **6) - CALCOLI DI DIMENSIONAMENTO ELETTRICI ED ILLUMINOTECNICI**

Come già anticipato, per i dimensionamenti illuminotecnici ed elettrici si sono sviluppati specifici calcoli, allegati come documenti progettuali.

In particolare, i calcoli elettrici sono stati elaborati con il programma software EXEL, che consente l'analisi delle linee elettriche e dei relativi dispositivi di protezione, con particolare riferimento a:

- verifica delle portate dei cavi;
- determinazione delle cadute di tensione;
- calcolo delle correnti di corto circuito.

Detto programma - pur richiedendo di impostare nelle scelte interruttori di una specifica Casa Costruttrice (Schneider) - conduce a risultati che hanno comunque validità generale.

Per quanto riguarda i calcoli illuminotecnici, invece, ci si è avvalsi del programma software DIALUX applicato ad apparecchi di diverse Case Costruttrici, ma comunque tecnicamente valido e tale che i risultati a cui conduce (illuminamenti puntuali, illuminamenti medi, uniformità) non sono significativamente dissimili da quelli calcolati con apparecchi di analoga costituzione anche se di Marca differente e/o con programmi prodotti da specifiche Case Costruttrici.

Resta comunque inteso che gli apparecchi illuminanti impiegati nei calcoli non costituiscono una scelta sin d'ora obbligata, ma unicamente l'individuazione delle caratteristiche costruttive generali tecnico-qualitative degli apparecchi, nonché dei valori illuminotecnici da conseguire.; tali apparecchi sono pertanto da intendere esclusivamente come modelli di riferimento o equivalenti.

## 7) - QUADRO ELETTRICO GENERALE QG

Il quadro elettrico generale b.t. delle rispettive zone sia per la piazza che per l'autorimessa saranno costituiti da pannelli in materiale isolato parete con portelle di chiusura.

Le connessioni fra l'interruttore generale e gli interruttori posti in dipendenza saranno realizzate in bandella di rame o cavi CEI 20-22 II; le linee in uscita saranno attestate agli attacchi inferiori degli interruttori per sezioni superiori o pari a 16 mm<sup>2</sup> e ad appositi morsetti per sezioni inferiori; gli eventuali contatti ausiliari saranno sempre riportati su apposita morsettiera.

Gli interruttori saranno dotati di relè magnetotermici o magnetotermici differenziali, avranno potere d'interruzione adeguato al punto di installazione, saranno correlati con le protezioni a monte ed atti a sopportare il valore dell'energia passante a cui possono essere soggetti.

Gli strumenti di misura elettromagnetici - ove presenti - saranno del tipo da incasso, in classe di precisione 1,5, con scala diretta già comprensiva dell'eventuale fattore di moltiplicazione dei trasformatori di misura; questi saranno del tipo in aria e idonei a fornire le prestazioni richieste dagli strumenti di misura con precisione corrispondente alla classe 1,5.

Il quadro sarà completo di golfari di sollevamento e trasporto, di collettore di terra in piatto di rame di sezione non inferiore a 60 mm<sup>2</sup> per tutta la lunghezza del quadro stesso e di collegamenti in treccia di rame flessibile sez. 16. mm<sup>2</sup> per tutte le portelle incernierate, di targhette indicatrici e monitoriche e di schema elettrico.

Ulteriori caratteristiche - per quanto applicabili - saranno le seguenti:

- grado di protezione	=	IP44
- tensione normale di esercizio	=	400/230 V
- tensione di isolamento	=	660 V
- tensione di prova a frequenza industriale per 1 minuto	=	3.5 kV per i circuiti di potenza e 2 kV per i circuiti ausiliari
- frequenza	=	50 Hz

La struttura del quadro sarà dotata di portella frontale in plexiglas o in cristallo temperato, dotata di chiusura a chiave o mediante apposito attrezzo, e dovrà avere dimensioni tali da garantire una possibilità di ampliamento dell'equipaggiamento attuale pari ad almeno il 20%.

Il quadro prevederà differenti pannelli frontali ciascuno predisposto per una specifica funzione (porta strumenti, morsettiera, interruttori, ecc..) modularmente ampliabili per adattarli alle esigenze più varie.

I pannelli destinati agli interruttori modulari passo 27.5 mm non saranno sfruttati totalmente e garantiranno un quantità di spazi vuoti di circa il 20%.

Per il cablaggio potranno essere utilizzate barrette di distribuzione abbondantemente dimensionate e cavi di sezione adeguata (per l'alimentazione degli

interruttori) o morsettiere con setti separatori in PVC, per l'attestamento dei circuiti di potenza.

I collegamenti di alimentazione ai singoli interruttori potranno far capo alle barrette in Cu di distribuzione generale preforate e le uscite alle morsettiere menzionate sopra.

I conduttori in uscita dagli interruttori avranno un numero di identificazione che sarà riportato anche sui corrispondenti morsetti e sugli schemi forniti a corredo del quadro.

La morsettiere d'ingresso ed i morsetti dell'interruttore saranno dotati di schermo di protezione.

I conduttori di collegamento tra barrette collettrici preforate a valle dell'interruttore generale e gli interruttori derivati e tra questi e le morsettiere dovranno avere le seguenti sezioni:

- 6 mm<sup>2</sup> per interruttori con portata sino a 25 A;
- un calibro superiore a quello della linea di uscita corrispondente per quelli superiori.

Particolare cura sarà osservata nell'esatta ripartizione del carico su tutte le fasi.

Tutte le apparecchiature saranno dotate di targhette per l'identificazione dell'utenza; le targhette avranno spessore di circa 0,4 mm e saranno avvitate sulla carpenteria del quadro.

Gli eventuali trasformatori per l'alimentazione dei circuiti ausiliari saranno di sicurezza (secondo CEI 64-8): detti trasformatori avranno il neutro o la presa centrale efficacemente connessi a terra. Non saranno mai utilizzati autotrasformatori. Tutti i trasformatori saranno installati nella parte alta del quadro e la carpenteria in tale zona sarà adeguatamente ventilata.

Qualora esistano sullo stesso quadro tensioni differenti o apparecchiature che, pur avendo la stessa tensione, appartengano a sistemi differenti, queste dovranno risultare fisicamente separate dalle altre ed alloggiate entro pannelli a loro uso esclusivo; i percorsi dei conduttori di sistemi differenti saranno effettuati con canaline specifiche ed indipendenti.

Il quadro avrà all'interno una tasca per il contenimento dello schema elettrico ed all'esterno, su una delle pareti accessibili, una targa metallica pantografata indicante:

- nome del costruttore;
- data di costruzione;
- grado di protezione;
- tensione di impiego;
- corrente di corto circuito presunta.



Gli stessi dati saranno riportati in chiaro sullo schema contenuto nella tasca interna.

Tutti gli interruttori saranno provvisti di protezione termica e magnetico per ogni polo interrotto.

La portata degli interruttori sarà dimensionata per una corrente di circa 1.1 volte la corrente presunta di esercizio e la taratura sarà adeguata alla portata nominale dei conduttori in uscita.

Il potere di interruzione dei singoli interruttori sarà sempre maggiore della massima corrente di corto circuito che può verificarsi immediatamente a valle degli stessi.

Tutti gli interruttori che proteggono linee in partenza saranno scelti in modo che:

- sia sempre protetta contro i contatti diretti e indiretti la linea uscente per tutta la sua lunghezza;
- siano coordinati selettivamente, ove possibile, gli interruttori presenti in cascata.

Gli eventuali contattori montati sui quadri saranno tutti di categoria AC3, se non per comando di condensatori nel qual caso saranno previsti contattori di categoria AC4.

Gli eventuali fusibili a protezione dei circuiti ausiliari saranno bipolari e del tipo sezionabile.

Con la fornitura in opera del quadro dovranno essere consegnati i relativi certificati di accettazione e collaudo secondo EN 61439, nonché delle prove di tipo (riscaldamento, corrente di breve durata, isolamento, ecc..) ed inoltre i manuali d'uso e manutenzione con le caratteristiche tecniche di tutti i componenti impiegati.

## 8) - LINEE PRINCIPALI

Rientrano nell'ambito del presente capitolo le condutture elettriche (cavi e relativi componenti di posa), che realizzeranno i collegamenti fra i quadri e le specifiche utenze.

Dette linee sono state dimensionate sulla base di appositi calcoli elettrici, nei quali si sono prese in considerazione le portate nelle specifiche condizioni di posa, le cadute di tensione, i coordinamenti con le relative protezioni.

I cavi previsti sono essenzialmente del tipo FG16OR16-0,6/1kV a norme CEI 20-22 / 20-37 / 20-38, Regolamento UE n. 305/2011 e norma CEI 64-8 V4; la loro posa avverrà prevalentemente entro tubazioni in PVC pesante autoestinguente posate sotto pavimento o entro vie cavi a vista.

I passaggi delle condutture portacavi attraverso pareti e/o solette di compartimentazione tagliafuoco, saranno sigillati con sbarramenti antifiamma a lastre, a mastice o a sacchetti, atti a ripristinare la classe di resistenza al fuoco della compartimentazione.

I componenti utilizzati allo scopo dovranno tuttavia essere - per quanto possibile - facilmente rimovibili per permettere senza difficoltà la posa di eventuali futuri cavi aggiuntivi.

Le eventuali derivazioni e/o giunzioni saranno sempre effettuate entro apposite cassette in PVC autoestinguente, aventi grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione ed in generale quindi  $\geq$  IP40 o  $\geq$  IP445 all'interno e  $\geq$  IP55 all'esterno, dotate di morsetti in esecuzione IPXXB onde evitare i possibili contatti diretti con parti in tensione.

## 9)- IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ORDINARIA E DI SICUREZZA

### 9.1 ILLUMINAZIONE ORDINARIA AUTORIMESSA

Gli impianti di illuminazione ordinaria avranno origine dal quadro elettrico generale (QG).

I criteri di esecuzione possibili prevedono comunque:

- cavi non propaganti l'incendio ed a bassa emissione di fumi e gas tossici tipo FG16OR16-0,6/1kV posati in tubazioni rigide o flessibili in PVC pesante autoestinguente per posa a vista o entro cavidotti predisposti;
- cassette di derivazione in materiale isolante autoestinguente, complete di morsetti con grado di protezione IPXXB, dei tipi per montaggio a vista (IP44 all'interno e IP55 all'esterno) o incassato ( $\geq$  IP20).

Per quanto riguarda le tipologie di sorgenti luminose dovranno essere conformi a quanto prescritto dai contenuti dei "criteri ambientali minimi".

Ad esempio si riportano nel seguito alcuni parametri non esaustivi cui fare riferimento.

Per le lampade a scarica con potenza nominale  $\leq 150W$  l'efficienza luminosa deve essere  $\geq 80$  se chiare o  $\geq 75$  se opali; relativamente al fattore di sopravvivenza sempre per lampade a scarica, con  $P \leq 150W$  dovrà essere  $\geq 0,80$  con 12000 ore di funzionamento; per quanto riguarda il mantenimento del flusso sempre per 12000 ore di funzionamento dovrà essere  $\geq 0,55$ .

I sistemi di illuminazione a LED dovranno garantire una efficienza luminosa per  $K \leq 4000$  pari a  $\geq 65$  km/W ed un fattore di mantenimento pari a  $\geq 0,70$  con 50000 ore di funzionamento.

Nei calcoli illuminotecnici si è tenuto conto del decadimento del flusso luminoso in dipendenza:

- dell'impolveramento degli apparecchi e delle superfici circostanti;
- dell'invecchiamento delle lampade.

In relazione all'ottimizzazione dei risparmi energetici (e conseguentemente economici)

sono stati previsti nella quasi totalità degli ambienti apparecchi con sorgenti luminose a led, aventi - fra i requisiti più significativi - i seguenti:

- . cablaggio elettronico;
- . rischio fotobiologico esente (RG0);
- . temperatura di colore 4.000 °K;
- . CRI > 80.
- . elevata durata utile a 50.000 ore.

Gli eventuali apparecchi equipaggiati con lampade fluorescenti dovranno comunque adottare tubi ad alta efficienza luminosa, essere equipaggiati con reattori elettronici ad alta frequenza rifasati e con fusibili di protezione.

I circuiti luce saranno del tipo sempre acceso per in una parte di autorimessa e per le scale mentre nell'area di parcheggio saranno comandate da sensori di presenza

In termini prevalenti, le tipologie principali sono quindi:

<p>1. apparecchio illuminante IP65 con corpo e schermo in policarbonato autoestinguente, cablaggio elettronico, sorgente luminosa a led - 36 W, completo di accessori di collegamento, montaggio e completamento ( DISANO ECHO LED o equivalente);</p>	<p>Autorimessa e locali vari</p>
<p>2. apparecchio illuminante IP65 con corpo e schermo in policarbonato autoestinguente, cablaggio elettronico, sorgente luminosa a led - 20 W, completo di accessori di collegamento, montaggio e completamento ( DISANO ECHO LED o equivalente);</p>	<p>Locali di accesso e scale</p>

## **9.2 ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA**

Per l'illuminazione di sicurezza, oltre agli apparecchi già descritti per la scala al precedente punto 11.1.4, sono previsti apparecchi autonomi tipo SE (ad accensione automatica al mancare della normale tensione di rete) per montaggio a soffitto o parete, con corpo e schermo in policarbonato autoestinguente, batterie ricaricabili incorporate aventi autonomia di 1 ora e tempo di ricarica  $\leq 12$  ore, lampada fluorescente da 18 W o 24 W, grado di protezione  $\geq IP40$  o  $\geq IP44$  in relazione al tipo di ambiente.

## **9.3 SISTEMAZIONI PIAZZA**

Come per la parte di autorimessa i circuiti luce avranno origine dal rispettivo quadro.

Le tipologie di condutture saranno del tutto analoghe a quelle descritte nel precedente capitolo.

Il comando le per aree esterne sarà affidato ad interruttore crepuscolare/orologio mentre per l'area servizi igienici il comando sarà affidato a sensori di presenza.

Le varie tipologie di apparecchi illuminanti sono elencate qui nel seguito con indicazione dell'area di impiego.

1.	apparecchio illuminante con corpo e diffusore in poliestere stampato, riflettore in acciaio, in esecuzione IP66 , cablaggio elettronico, sorgente luminosa a led - 4.000° K - 20 W doppio modulo - flusso luminoso $\geq$ 3300 lumen, completo di accessori di collegamento, montaggio e completamento (echo LED - Disano o equivalente)	scale
2.	apparecchio illuminante per installazione a parete con corpo metallico in alluminio anodizzato per lampada a LED 6W biemissione ottica 15° tipo UPDOWN 4.6 L&L o similare equivalente	Facciata zona piazza fabbricato
3.	apparecchio illuminante per installazione da incasso con corpo metallico bianco per lampada a LED 24,5W ° tipo TURIS 5.1 L&L o similare equivalente	Locali servizi zona piazza
4.	apparecchio illuminante per installazione da incasso a pavimento con corpo acciaio inox sabbiato completo di cassaforma per lampada a LED3W ° tipo RONDO 3.1 L&L o similare equivalente	Pavimento piazza
5.	apparecchio illuminante per installazione a terra con picchetto con corpo in alluminio anodizzato per lampada a LED6W ottica 25° tipo PIVOT 1.6 L&L o similare equivalente	Zona monumento zona piazza
6.	apparecchio illuminante tipo proiettore a parete con corpo metallico colore grigio per lampada a LED 23W ottica 40° tipo SIRI 3.1 L&L o similare equivalente	Zona tettonica zona piazza
7.	Fornitura in opera di apparecchio illuminante per installazione da incasso a parete completo di cassaforma con corpo metallico colore grigio per lampada a LED 10W ottica asimmetrica tipo PASITO 1.0 L&L o similare equivalente	Zona scale zona piazza
8.	Apparecchio illuminante per lampada a ioduri metallici 150W con schermo in metacrilato bianco con ottica fissa a doppio isolamento tipo "serie 2" (NERI o equivalente)	Illuminazione piazza

## 10) - IMPIANTI DI FORZA MOTRICE

Come già per gli impianti di illuminazione autorimessa, anche gli impianti di forza motrice saranno alimentati dal quadro elettrico generale autorimessa.

Le tipologie di condutture saranno analoghe a quelle già descritte per l'illuminazione nel precedente capitolo 11), con particolare riferimento ai cavi secondo CEI 64-8 V4 e Regolamento UE n. 305/2011, alle tubazioni in PVC pesante autoestinguente ed alle cassette di derivazione.

Le tipologie di prese di corrente saranno essenzialmente le seguenti, con grado di protezione idoneo al relativo ambiente di installazione:

- prese CEE con interruttore di blocco e fusibili;
- prese 2P+T 10/16 A a poli allineati;
- prese 2P+T 10/16 A di tipo universale (con terra laterale e centrale).

Tutte le tipologie sopracitate potranno essere presenti in formazione singola o multipla, montate a parete a vista oppure incassate: ciò in funzione degli ambienti di impiego

Restando in questo ambito anche le alimentazioni relative agli ascensori per i quali sono previste protezioni e linee dedicate del quadro elettrico

## 11) - IMPIANTO DI TERRA

L'impianto elettrico in progetto è classificabile come TT in relazione alla sua alimentazione in bassa tensione.

La resistenza totale di terra ( $R_t$ ) dovrà essere tale da soddisfare la seguente relazione fra la tensione massima ammessa sulle masse (50V) e la corrente ( $I_g$ ) di intervento magnetico o differenziale più elevata fra quelle delle protezioni presenti nei quadri elettrici:

$$R_{tmax} \leq 50V : I_g$$

Ne consegue che, in relazione alla corrente di intervento differenziale più elevata (e pari a 0,3 A dell'interruttore generale del quadro elettrico QG), il massimo valore di resistenza di terra ammissibile è:

$$R_{tmax} = 50 : 0,5 = 100 \Omega$$

Stante la suddetta esistenza dell'impianto di terra generale, gli interventi previsti in progetto sono i seguenti:

- installazione di una piastra equipotenziale nel locale del quadro elettrico generale QG, a cui farà capo il conduttore di terra proveniente dall'impianto dispersore e dalla quale avranno origine i conduttori di protezione ai quadri elettrici secondari;
- installazione di corda di rame nuda sez. 95 mm connessa ai ferri di armatura e a picchetti in acciaio ramato  $l=1,5m$  sistemato entro pozzetto ispezionabile;
- realizzazione dei collegamenti equipotenziali a tutte le masse estranee, quali tubazioni idriche, tubazioni del gas, tubazioni e canalizzazioni tecnologiche, canaline, guide di corsa dell'ascensore, ecc..;
- realizzazione dei collegamenti equipotenziali supplementari specificatamente richiesti per gli ambienti particolari, quali le eventuali docce;
- installazione dei conduttori di protezione in tutti i circuiti e dei relativi idonei collegamenti alle masse (polo di terra delle prese di corrente, parti metalliche degli apparecchi illuminanti se non in Classe II, ecc..);
- misura della resistenza totale di terra, da parte dell'Impresa esecutrice con redazione di specifica certificazione riportante data, metodo di misura e valore misurato, ed eventuale integrazione dell'impianto esistente a sua cura e spese, qualora il valore riscontrato fosse superiore al limite ammesso.

## **12) - QUALITÀ DEI MATERIALI**

### **12.1 - CONSIDERAZIONI GENERALI**

Nella presente sezione sono riportate le prescrizioni relative alla qualità ed alle caratteristiche dei principali componenti di cui si può prevedere l'impiego nell'ambito delle attività in oggetto.

Ovviamente, in relazione alla notevole varietà dei possibili interventi, si potrà rendere necessario l'utilizzo di materiali ed apparecchiature non specificatamente descritte nel seguito, per le quali l'Impresa esecutrice dovrà richiedere preventivamente caratteristiche ed informazioni tecnico-qualitative ai Responsabili del Committente e che, comunque, dovranno essere conformi alle prescrizioni contenute nei precedenti capitoli.

### **12.2 - INTERRUTTORI AUTOMATICI B.T. PER QUADRI ELETTRICI**

#### **Generalità**

Si fa riferimento agli interruttori automatici (compresi quelli di tipo differenziale) installati a bordo di quadri elettrici.

Sono quindi sono esclusi i piccoli interruttori installati a bordo di "scatole frutto" e/o torrette a pavimento (comando e/o protezione di circuiti terminali luce e/o F.M.).

Le caratteristiche tecniche (corrente nominale, numero poli, potere di interruzione, ecc..) di ogni interruttore sono riportate negli elaborati progetto, in particolare nello schema del quadro elettrico.

#### **Interruttori magnetotermici**

Tutti gli interruttori in argomento saranno di tipo magnetotermico automatico e costituiranno organo di protezione e/o di sezionamento delle inerenti linee di alimentazione e dei relativi utilizzatori.

Gli interruttori dovranno presentare le seguenti caratteristiche:

- tipo modulare o scatolato, adatto per installazione su profilato sagomato o entro cassetta;
- con poli protetti simultaneamente (per i tipi bi-tripolari);
- con neutro apribile o sezionabile per i tipi unipolari o quadripolari;
- curva caratteristica normalizzata (tipo B o C a seconda della lunghezza della linea protetta);
- potere di interruzione estremo minimo garantito a  $\cos\phi = 0,7 \div 0,8$ , secondo norme CEI 23-3 e 17-5 e IEC 947.2;



- grado di protezione IP20.

Se non diversamente richiesto, in generale, per portate nominali ( $I_n$ ) non superiori a 100 A nei circuiti trifasi o trifasi + neutro a 230/400 Volt e per portate nominali non superiori a 63 A nei circuiti monofasi a 230 Volt si installeranno interruttori modulari del tipo per usi civili e similari (secondo Norme CEI 23-3).

Per le portate nominali ( $I_n$ ) superiori a quelle suddette si installeranno interruttori scatolati del tipo per usi industriali (secondo Norme CEI).

I dati di targa dovranno essere impressi su ciascun interruttore; dovrà risultare:

#### **per interruttori ad uso civile (CEI 23-3)**

- nome del costruttore o marchio di fabbrica, con sigla indelebile del tipo di interruttore;
- numero di calibro ( $N_o$ ) e corrente nominale " $I_n$ " (A);
- tipo di caratteristica di intervento;
- tensione nominale (V);
- tipo di corrente (alternata);
- potere di interruzione nominale di cortocircuito (A oppure kA).

#### **per interruttori ad uso industriale (CEI 17-5)**

- nome del costruttore o marchio di fabbrica, con sigla identificativa del tipo di interruttore;
- tensione di impiego (V);
- categoria di prestazione su cortocircuito;
- corrente termica nominale o corrente ininterrotta ( $I_{th}$ );
- simbolo di corrente alternata ( $\sim$ ) e frequenza di uso (50 Hz);
- potere di interruzione nominale di cortocircuito (A oppure kA);
- potere di chiusura in cortocircuito nominale (solo se diversa da quello che la norma CEI 17-5 fa corrispondere al potere di interruzione nominale di cortocircuito);
- tensione di isolamento (se maggiore della tensione di impiego nominale).

#### **Interruttori magnetotermici differenziali**

La protezione differenziale (il cui sgancio deve avvenire senza necessità di energia ausiliaria), ove prevista, sarà realizzata esclusivamente a bordo di interruttori modulari automatici differenziali con sganciatori di sovracorrente (magnetotermici) incorporati, così come stabilito dalle norme CEI 23-18.

L'apparecchiatura predetta, costituita in un unico monoblocco non separabile (salvo manomissione), avrà tutte le caratteristiche precedentemente indicate per i semplici interruttori magnetotermici automatici.

Al fine di garantire la massima continuità di servizio, due interruttori differenziali posti in serie l'uno all'altro dovranno risultare selettivi.

Quella a monte quindi dovrà avere (rispetto a quello a valle) ritardo di intervento e/o valore della corrente differenziale nominale di intervento tali da garantire la non sovrapposizione delle azioni in condizioni di intervento pari a quelle nominali dell'interruttore a valle.

Dovranno essere installati interruttori differenziali aventi un potere di interruzione differenziale nominale (valore fissato dal Costruttore) superiore al valore della corrente di cortocircuito massima che dovrebbe poter sopportare l'interruttore e comunque pari ai valori minimi fissati dalla CEI 23-18.

I seguenti dati di targa dovranno essere impressi sull'interruttore stesso:

- . corrente nominale (A);
- . tensione nominale (V);
- . tipo di corrente (alternata e alternata-pulsante);
- . corrente differenziale nominale di non intervento (solo se diverse da  $I_n/2$  (A o mA);
- . grado di protezione (se diverso da IP20);
- . potere di interruzione nominale di cortocircuito (A oppure kA).

### **Caratteristiche interruttori automatici e differenziali.**

Con interruttore automatico viene definito l'interruttore dotato di protezione termica e magnetica.

Deve soddisfare i seguenti requisiti:

- tensione nominale 380 V se tripolare o quadripolare, 220 V unipolare con neutro apribile;
- corrente nominale di taratura pari a quella ammessa dalle linee alimentate nelle condizioni ambientali in cui viene ad essere installato, arrotondato al valore commerciale superiore;
- potere di interruzione almeno pari alla corrente di corto circuito nel punto immediatamente a valle dell'interruttore;
- l'integrale di Joule  $I^2t$  in caso di corto circuito dovrà essere non superiore a quella sopportabile dalla conduttura protetta.

Qualora vi siano interruttori in serie, installati nello stesso quadro o in quadri diversi, è ammessa la protezione di back-up in accordo con le norme CEI 64-8: in tal caso il potere di interruzione dell'interruttore a valle potrà essere inferiore al valore della corrente di corto circuito in quel punto, purché l' $I^2t$  lasciato passare dal dispositivo a monte non risulti superiore a quello che può essere sopportato senza danno dal dispositivo a valle.

L' $I^2t$  lasciato passare da ogni interruttore dovrà essere desumibile dai cataloghi tecnici della casa costruttrice, in base alle norme CEI 23-3.

Le caratteristiche di intervento per sovraccarico e corto circuito di ogni interruttore dovranno tenere conto del coordinamento necessario fra interruttori in serie.

Eventuali interruttori differenziali, sezionatori o altre apparecchiature inserite sui circuiti di potenza devono sopportare, in caso di corto circuito, l'12t lasciata passare dall'interruttore automatico.

### **12.3 - QUADRI ELETTRICI**

I quadri elettrici avranno le seguenti caratteristiche principali:

- grado di protezione = in relazione al tipo di ambiente
- tensione normale di esercizio = 400/230 V
- tensione di isolamento = 660 V
- tensione di prova a frequenza industriale per 1 minuto = 3,5 kV per i circuiti di potenza e 2 kV per i circuiti ausiliari
- frequenza = 50 Hz.

La struttura dei quadri potrà essere in lamiera d'acciaio pressopiegata di spessore non inferiore a circa 2 mm oppure in materiale isolante autoestinguente e sarà dotata di portella frontale in plexiglas o in cristallo temperato, anch'essa con chiusura a chiave o mediante apposito attrezzo.

Nel caso di quadri metallici la verniciatura esterna ed interna sarà con prodotti epossidici in colore RAL 7030 o altro a scelta del Committente, previo trattamento di fosfatazione e primo strato di vernice di fondo.

Le connessioni fra l'interruttore generale e gli interruttori posti in dipendenza saranno realizzate in bandelle di rame oppure in cavi CEI 20-22 II; le linee in uscita saranno attestate agli attacchi inferiori degli interruttori per sezioni superiori o pari a 16 mm<sup>2</sup> e ad appositi morsetti per sezioni inferiori; gli eventuali contatti ausiliari saranno sempre riportati su apposita morsettiera.

Gli interruttori saranno dotati di relè magnetotermici e/o differenziali, secondo le necessità, avranno potere d'interruzione adeguato al punto di installazione, saranno correlati con le protezioni a monte ed atti a sopportare il valore dell'energia passante a cui possono essere soggetti.

I quadri saranno completi di sistema di fissaggio e di collegamenti in treccia di rame flessibile sez. 16 mm<sup>2</sup> per le portelle incernierate, se costituenti masse estranee.

Con la fornitura in opera dei quadri dovranno essere consegnati i relativi certificati di accettazione e collaudo secondo CEI 17-13, nonché delle prove di tipo (riscaldamento, corrente di breve durata, isolamento, ecc..) ed inoltre i manuali d'uso e manutenzione con le caratteristiche tecniche di tutti i componenti impiegati.

Inoltre le carpenterie dei quadri stessi dovranno avere dimensioni tali da garantire una possibilità di ampliamento dell'equipaggiamento attuale pari ad almeno il 20%.

Ulteriori requisiti - per quanto applicabili - saranno i seguenti:

I quadri (ad eccezione di dove diversamente richiesto) saranno equipaggiati con sezionatori sotto carico o interruttori non automatici come apparecchi generali e con interruttori magnetotermici differenziali per le linee terminali in uscita; benché normativamente sia accettabile il relè differenziale sull'interruttore generale, la soluzione sopradescritta presenta una migliore affidabilità, poiché il guasto a massa su una linea comporta l'apertura dell'interruttore relativo, mantenendo però in funzione tutti gli altri servizi.

Se non diversamente prescritto e/o tecnicamente necessario, gli interruttori magnetotermici differenziali avranno corrente differenziale  $I_d = 30$  mA ed il potere d'interruzione sarà adeguato alla corrente di corto circuito trifase simmetrica presunta nel loro punto di installazione e comunque non inferiore a 4,5 kA ( $I_{cs}$ ).

I quadri elettrici di tipo metallico saranno realizzati con carpenteria e componenti prefabbricati di tipo modulare, strutture portanti principali completabili con un'unica serie unificata di portelli frontali ed interni, pannelli frontali fissati con 4 viti, pannelli interni fissati su guide a "C" saldate sulle fiancate, possibilità di regolazione fine della profondità di fissaggio, installazione rapida delle apparecchiature modulari, elementi costituiti in lamiera di acciaio saldata elettricamente per punti, spessore 15/10, verniciatura con speciale processo di plastificazione con polveri epossidiche, accessori di fissaggio e telai interni costituiti da acciaio zincato passivato, pannellature frontali ed interne, profilati, rotaie, staffe di larghezza modulare 400, 600, 800 mm, pannellatura frontale in lamiera (ingombro modulare 200, 400, 600, 800 mm); pannelli interni fissi o incernierati, con alettature per ventilazione convettiva e forzata, per l'installazione di strumenti di misura, pannellatura interna; pannelli portapparecchi interni (ingombro modulare 400, 600 mm), asolati (ingombro modulare 200 mm), fianchi asolati profilati a "C" ed a "U", rotaie DIN 32 e DIN 35, staffe; accessori interni: bulloni, dadi, squadrette, piastrine, connessioni in rame elettrolitico (barraggio modulare).

Essi saranno in esecuzione con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione, per installazione a pavimento o a parete e costituiti con base, montanti, zoccolo, coperchio superiore, pannelli di chiusura laterali con serratura o di fondo, porte frontali interamente in lamiera o con cristallo e serratura.

I quadri prevederanno differenti pannelli frontali ciascuno predisposto per una specifica funzione (porta strumenti, morsettiere, interruttori, ecc..) modularmente ampliabili per adattarli alle esigenze più varie.

I pannelli destinati agli interruttori modulari passo 17.5 mm non saranno sfruttati totalmente e garantiranno una quantità di spazi vuoti di circa il 20% (almeno nella totalità del quadro); in genere la profondità dei quadri non sarà inferiore a 200 mm.

Per il cablaggio verranno utilizzate barrette di distribuzione abbondantemente dimensionate e cavi di sezione adeguata (per l'alimentazione degli interruttori) o morsettiere con setti separatori in PVC, per l'attestamento dei circuiti di partenza.

I collegamenti di alimentazione ai singoli interruttori faranno capo alle barrette in Cu di distribuzione generale preforate e le uscite alle morsettiere menzionate sopra.

I conduttori in uscita dagli interruttori avranno un numero di identificazione che sarà riportato anche sui corrispondenti morsetti e sugli schermi forniti a corredo del quadro.

La morsettiere d'ingresso ed i morsetti dell'interruttore generale saranno dotati di schermo di protezione.

I conduttori di collegamento tra barrette collettrici preforate a valle dell'interruttore generale e gli interruttori derivati e tra questi e le morsettiere dovranno avere le seguenti sezioni:

- 6 mm<sup>2</sup> per interruttori con portata sino a 25 A;
- un calibro superiore a quello della linea di uscita corrispondente per quelli superiori.

Particolare cura sarà osservata nell'esatta ripartizione del carico su tutte le fasi.

Tutte le apparecchiature saranno dotate di targhette per l'identificazione dell'utenza; le targhette avranno spessore di circa 0,4 mm e saranno avvitate sulla carpenteria del quadro.

Gli eventuali trasformatori per l'alimentazione dei circuiti ausiliari saranno di sicurezza (secondo CEI 64-8): detti trasformatori avranno il neutro o la presa centrale efficacemente connessi a terra e - per quanto possibile - saranno installati nella parte alta del quadro e la carpenteria in tale zona sarà adeguatamente ventilata.

Qualora esistano sullo stesso quadro tensioni differenti o apparecchiature che, pur avendo le stesse tensioni, appartengano a sistemi differenti, queste dovranno risultare fisicamente separate dalle altre ed alloggiare entro pannelli a loro uso esclusivo; i percorsi dei conduttori di sistemi differenti saranno effettuati con canaline specifiche ed indipendenti.

Il tipo d'installazione sarà in genere a pavimento o a parete, con arrivo e partenza cavi dall'alto, salvo diverse necessità particolari.

I quadri avranno all'interno una tasca per il contenimento dello schema elettrico ed all'esterno, su una delle pareti accessibili, una targa metallica pantografata indicante:

- nome del costruttore;
- data di costruzione;
- grado di protezione;
- tensione di impiego;
- corrente di corto circuito presunta.

Gli stessi dati saranno riportati in chiaro sullo schema contenuto nella tasca interna.

Tutti gli interruttori saranno provvisti di protezione termica e magnetica per ogni polo interrotto.

La portata degli interruttori sarà dimensionata per una corrente di almeno 1.1 volte circa la corrente presunta di esercizio e la taratura sarà adeguata alla portata nominale dei conduttori in uscita.

Tutti gli interruttori che proteggono linee in partenza saranno scelti in modo che:

- sia sempre protetta contro i contatti diretti e indiretti la linea uscente per tutta la sua lunghezza;
- siano coordinati selettivamente, ove possibile, gli interruttori presenti in cascata.

Gli eventuali contattori montati sui quadri saranno tutti di categoria AC3; per comando condensatori saranno previsti contattori di categoria AC4.

Gli eventuali fusibili a protezione dei circuiti ausiliari saranno bipolari e del tipo sezionabile.

#### **12.4 - RIFASAMENTO AUTOMATICO**

Gli eventuali complessi di rifasamento automatico per consentire di mantenere il fattore di potenza generale degli impianti a valori non inferiori a 0,9 avranno le seguenti caratteristiche:

- tensione normale 400 V
- frequenza 50 Hz
- potenza secondo i casi specifici
- inserzione a gradini in numero  $\geq 5$
- contattori quadripolari specifici con contatti normalmente aperti di cui 2 con chiusura anticipata di 2-3 ms per la preinserzione delle resistenze limitatrici della frequenza e dell'ampiezza delle correnti di inserzione, che successivamente saranno corto- circuitate dagli altri contatti;
- condensatori costituiti da avvolgimenti cilindrici con dielettrico formato da una pellicola di polipropilene metallizzata sotto vuoto, da un lato, con una combinazione di alluminio e zinco oppure condensatori con soluzioni costruttive migliorative;
- casse di contenimento dei condensatori con introduzione di resina poliuretanicca viscosa per proteggere gli avvolgimenti dagli influssi ambientali ed assicurare una maggiore durata di vita e la stabilità della capacità oppure con soluzioni diverse e migliorative.

## **12.5 - TUBAZIONI PORTACAVI**

Potranno essere delle seguenti tipologie:

- in materiale plastico rigido autoestinguente del tipo pesante a Norme CEI 23-8 con Marchio Italiano di qualità (tabella UNEL 37118-72) per la distribuzione nei sottofondi o a parete e dove indicato specificatamente nella descrizione degli impianti;
- in materiale plastico flessibile autoestinguente di tipo pesante a Norme CEI con Marchio italiano di Qualità (tabella UNEL 37121-70) per gli usi esclusivamente incassati ed a parete;
- in materiale plastico per cavidotti interrati, a Norme CEI 23-8 con resistenza allo schiacciamento a secco ed a umido pari o superiore a 200 Kg/dm;
- in acciaio con o senza saldature, UNI 3824 per impianti in esecuzione normale (tipo Conduit) per quanto riguarda caratteristiche, dimensioni, tolleranze, e zincate a fuoco internamente ed esternamente secondo le prescrizioni contenute nelle NORME UNI 5745, in tutti i casi in cui gli impianti devono essere a tenuta perfettamente stagna, e con elevate caratteristiche meccaniche.  
Filettatura UNI 339;
- tubazioni senza saldatura UNI 4149 serie pesante per impianti in esecuzione AD.PE. Superficie interna liscia.  
Filettatura UNI 6125.

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

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

## **12.6 - CASSETTE DI DERIVAZIONE**

Potranno essere di vario tipo secondo l'impianto previsto (incassato, a vista, stagno).

Dovranno comunque essere largamente dimensionate in modo da rendere facile e sicura la manutenzione e munite di fratture prestabilite per il passaggio dei tubi e/o canalette.

Quelle da incasso saranno in resina con coperchio in plastica fissato con viti.

Particolare cura sarà riservata all'ingresso e l'uscita dei tubi, in modo da evitare strozzature e consentire un agevole infilaggio dei conduttori.

Tutte le cassette per gli impianti in vista o al di sopra di controsoffitti dovranno essere metalliche del tipo in fusione o in materiale isolante, autoestinguente adatte per montaggi a vista e quindi molto robuste, con un grado

di protezione IP adeguato alla loro ubicazione, con imbrocchi ad invito per le tubazioni, o con pressacavi.

Le cassette in lega leggera saranno con imbrocchi filettati UNI 339, oppure 6125 AD.PE., per connessioni a tubi in acciaio zincato.

Le cassette metalliche saranno dotate di morsetto per la messa a terra delle cassette.

Non sarà ammesso collegare o far transitare nella stessa cassetta conduttori anche della stessa tensione, ma appartenenti ad impianti o servizi diversi (luce, FM, ausiliari, telefono).

Sul corpo e sul coperchio di tutte le cassette potrà essere applicato un contrassegno da stabilire con la D.L. per indicare a quale impianto appartengono (luce, FM, ecc..) e per precisare le linee che le attraversano.

Le cassette o scatole di derivazione dovranno essere munite di morsettiere in materiale ceramico di derivazione, autoestinguente di sezione adeguata ai conduttori che vi fanno capo.

Saranno ammessi morsetti volanti del tipo preisolato tipo "Scotchlock" o analoghi, per sezioni di conduttore pari o inferiore a 6 mm<sup>2</sup>, con grado di protezione IPXXB.

Sarà tassativamente escluso l'impiego di morsetti di tipo autospellante.

I morsetti di terra e di neutro dovranno essere contraddistinti con apposite targhette o altri sistemi di sicura identificazione.

In alcuni casi, dove espressamente citato, una cassetta potrà essere utilizzata per più circuiti, ma dovranno essere previsti in tal caso scomparti separati.

Il contrassegno sul coperchio verrà applicato per ogni scomparto della cassetta.

Le cassette da incasso saranno stampate in un pezzo unico per assicurare un ampio spazio operativo interno per l'introduzione dei tubi.

Le sedi di fissaggio delle viti del coperchio saranno dotate di fori asolati per permettere un facile orientamento del coperchio rispetto alla cassetta, correggendo così eventuali errori di muratura.

Le finestre sui lati e sul fondo, di grandi dimensioni dovranno essere facilmente sfondabili a pressione.

Sul fondo delle cassette saranno presenti delle guide per un facile fissaggio di morsettiere ed accessori vari.

Il coperchio dovrà essere infrangibile e la superficie dovrà presentare trattamento sabbiato consente inoltre una facile tinteggiatura.

Le cassette da incasso saranno interamente realizzate in polistirolo antiurto arancio con caratteristiche di autoestinguenza secondo le norme IEC-695-2-1, CEI 50-11 (Prova del filo incandescente a 850°C) e secondo le norme UL 94.



## **12.7 - CAVI DI ENERGIA**

Le principali tipologie di cavi utilizzabili saranno le seguenti:

Nel presente progetto sono stati considerati i requisiti dei cavi di cui al Regolamento UE n.305/2011 a norma CEI 64-8 V4.

Le norme CEI-UNEL di riferimento risultano essere le seguenti:

FG7	35310
FG180M16/M18	35312
RG18(0)M16/M18	35314
FG180M16/M18	35316 cavi per comando e segnalamento multipolari
FG16(0)R16	35318
RG16(0)R16	35320
FG160R16	35318 cavi per comando e segnalamento multipolari
FG16(0)M16	35324
RG16(0)M16	35326
FG16(0)M16	35328 cavi per comando e segnalamento multipolari
FS17	35716
RS17	35718

**Relativamente ai cavi si richiama esplicitamente la necessità di impiegare cavi CPR, che - indipendentemente dalle norme sopracitate ed a meno di eventuali deroghe di legge - dovranno corrispondere ai requisiti del Regolamento UE n. 305/2011 e della norma CEI 64-8 V4, nonché al Dlgs n. 106 del 16.6.2017 (pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale del 10.7.2017).**

## **12.8 - APPARECCHI DI COMANDO, PRESE, PUNTI LUCE**

### **Apparecchi di comando**

La portata nominale degli interruttori di comando dovrà essere almeno di 10 A in c.a.

Gli interruttori dovranno essere adatti a sopportare le extracorrenti di chiusura e di apertura sui carichi induttivi (lampade a fluorescenza).

Nella scelta degli interruttori si dovrà tenere conto del declassamento dovuto al tipo di carico alimentato.

Gli apparecchi da incasso saranno fissati con viti su scatole in materiale isolante incassate, rettangolari o quadrate con caratteristiche tali da soddisfare le prescrizioni delle Norme CEI 23-9.

Più apparecchi vicini, anche se di impianti diversi, dovranno essere messi in combinazione su un'unica placca. Le placche verranno fissate con viti sulle relative scatole.

Il conduttore di terra dovrà essere portato anche ai supporti ed alle protezioni metalliche degli organi di comando (placche, cestelli, ecc..).

Gli apparecchi per impianti in vista dovranno avere la custodia dello stesso materiale delle cassette di derivazione

Nel caso gli impianti esterni realizzati con canalette in PVC, le scatole di contenimento degli apparecchi di comando si dovranno integrare con le canalette.

### **Punti luce.**

Per i punti luce con il corpo illuminante da posizionare a soffitto o a parete verrà prevista un'idonea scatola a soffitto o a parete con morsetti.

Nel caso di impianti in vista tali scatole saranno fissate alla struttura dell'edificio. Dalla scatola verrà poi fatta la derivazione al corpo illuminante.

Per sostenere i corpi illuminanti verranno fissati a soffitto o a parete robusti ganci in acciaio cadmiato.

### **Prese**

Tutte le prese di corrente dovranno portare impresso a bordo il marchio di qualità IMQ attestante la costruzione delle medesime secondo le specifiche prescrizioni normative.

L'altezza di installazione delle prese (norme CEI 64-9) non dovrà essere inferiore a 175 mm dal pavimento (tradizionale o sopraelevato) e comunque da vagliare caso per caso.

- Le prese da incasso saranno prevalentemente di tipo bipolare + terra con poli (o alveoli) allineati oppure con terra laterale e centrale. La portata nominale di corrente, alla tensione di 230 V, sarà 10/16 A (con il sistema di regolazione a molla, a bordo della presa, che permette la variazione del passo degli alveoli). Gli eventuali interruttori di comando e/o protezione delle prese saranno di tipo unipolare. Prese e relativi interruttori saranno installati entro "scatole frutto", in materiale termoplastico di tipo incassato a parete e dotate di supporto e placca di copertura in alluminio anodizzato o in altra esecuzione richiesta dal Committente, fissabile alla scatola stessa a mezzo viti.
- Le prese per usi industriali, di tipo con interruttore di blocco saranno bipolari o tripolari + terra con polo disposto in basso ("ore 6"), di tipo CEE.

La portata nominale di corrente, alla tensione di 230 Volt (colore blu) o 400 Volt (colore rosso), sarà coordinata con il cavo di alimentazione e l'organo di protezione inerente.

Ogni presa sarà completa di interruttore di blocco atto a permettere l'inserimento/disinserimento della spina solo in mancanza di tensione nella presa stessa, con fusibili o protezione magnetotermica a monte dell'interruttore di blocco.

Presa, interruttore di blocco e organo di protezione saranno installati entro scatole in materiale termoplastico per posa a vista, e le prese saranno dotate di coperchio di protezione a molla.

Tale sistema nella sua globalità dovrà garantire un grado di protezione minimo IP44.

- Le prese per usi industriali ma senza interruttore di blocco saranno bipolari + terra.

La portata nominale a 230 V sarà non superiore a 16 A e comunque coordinata con il cavo di alimentazione e l'organo di protezione inerente.

Le prese saranno in contenitori isolanti, termoisolanti ed autoestinguenti, con possibilità di accoppiamento con altre cassette e con grado di protezione minimo IP44.

## **12.9 - CANALIZZAZIONI**

Le canalizzazioni portacavi saranno di due tipologie principali:

- canaline portacavi in acciaio zincato;
  - canaline portacavi in PVC autoestinguente.
- Le canaline in acciaio zincato saranno del tipo prefabbricato in lamiera di acciaio con zincatura Sendzimir con profilo ad U e fianchi ribordati costruite in elementi:
    - rettilinei di 3÷4 metri di lunghezza, con asolature di unione sulle testate;
    - in curva, diedri o piani, con piegatura possibilmente a raggio di curvatura continuo di circa 300÷350 mm (le curve potranno avere ampiezze varie e cioè 90° - 120° - 150° sia in senso verticale che orizzontale);
    - di derivazione, a T oppure a croce (solo per elementi piani) con caratteristiche analoghe a quelle previste per gli elementi in curva.

Tutti gli elementi suddetti saranno corredati di piastre o dispositivi similari di unione con bulloneria zincata di serraggio, aventi anche funzione di collegamento di terra (Norma CEI 64-8).

In questo caso sarà garantita:

- una superficie di contatto di almeno 200 mm<sup>2</sup> per lato;
- una sezione equivalente rame di 25 mm<sup>2</sup>.

Nei percorsi verticali si useranno delle passerelle a traversine in lamiera di acciaio trattato con zincatura Sendzimir.

- ◆ Le canaline in PVC saranno del tipo per distribuzione a pavimento oppure a parete/soffitto e/o a battiscopa, in materiale autoestinguente di forma rettangolare, spessore 2 mm installate nel sottofondo del pavimento complete di elementi di giunzione e curve di raccordo

Secondo le disposizioni delle norme CEI, i canali in oggetto dovranno aver dimensioni in sezione tali da garantire un rapporto tra la sezione del canale e quella della massa di cavi elettrici in essa contenuti non inferiore a 2.

## **12.10 - APPARECCHI ILLUMINANTI**

Ovviamente, le tipologie di apparecchi illuminanti potranno essere molteplici in relazione ai diversi usi, ambienti, esigenze.

Fra le principali tipologie si citano:

- apparecchi  $\geq$  IP44 con corpo e schermo trasparente in policarbonato autoestinguente, cablati, rifasati e con tubi fluorescenti ad alta efficienza -  $\geq$  IP44  
per zone tecniche, depositi, magazzini ed ambienti simili
- apparecchi  $\geq$  IP20 con corpo in lamiera d'acciaio da plafone o da incasso nella controsoffittature (dove presente), schermo di varie tipologie come segue, cablati, rifasati e con tubi fluorescenti ad alta efficienza:
  - schermo lamellare in acciaio o alluminio verniciato bianco  
per corridoi, ingressi, scale e zone ordinarie
  - schermo lamellare in alluminio anodizzato  
per uffici generici, sale riunioni e locali simili
  - schermo lamellare in alluminio semispeculare a bassissima luminanza, dark-light  
negli uffici ed ambienti analoghi con frequente uso di videotermini
- apparecchi illuminanti  $\geq$  IP44 con corpo e diffusore in policarbonato autoestinguente, equipaggiati con lampada ad incandescenza da 60÷100 W

in servizi igienici di dimensioni ridotte, vani corsa di ascensori e similari

- eventuali sistemi d'illuminazione particolari, quali strutture tubolari o similari con schermi lamellari, cablati, rifasati e con tubi fluorescenti ad alta efficienza

in aree specifiche ove siano richiesti impianti particolari

- armature di tipo stradale  $IP \geq 54$  con corpo in lega di alluminio pressofusa, riflettore in alluminio ossidato e brillantato, coppa di chiusura in vetro o in polycarbonato autoestinguente, cablaggio rifasato e lampada a scarica

per illuminazione stradale

- proiettori  $\geq IP54$  con corpo in alluminio pressofuso, riflettore in alluminio ossidato e brillantato, vetro frontale temperato, cablaggio rifasato e lampada a scarica

per aree esterne

- apparecchi per luce di sicurezza comprendenti:

- gruppi di emergenza autonomi ( $\geq 1$  ora) da installare in alcune plafoniere dell'illuminazione normale equipaggiate con tubi fluorescenti, uno dei quali risulterà così con alimentazione di sicurezza
- apparecchi illuminanti del tipo con corpo e diffusore in materiale isolante autoestinguente, batterie di accumulatori al piombo o al nichel/cadmio ricaricabili, incorporate, con autonomia non inferiore a 1 ora e tempo di ricarica totale non superiore a 12 ore, tubo fluorescente da 18 W e grado di protezione  $\geq IP44$  o  $IP40$  in relazione al tipo di ambiente.

Tutti gli apparecchi illuminanti saranno completi di componenti di cablaggio (reattori rifasati, starter elettronici, fusibili di protezione) e di lampade ad alta resa cromatica e ad alta efficienza.

### **12.11 - PALI**

I pali saranno in acciaio secondo UNI-EN 10005 con zincatura a caldo conforme alle norme UNI-EN 40/4, o con eventuale verniciatura esterna, di tipo conico o rastremato, diritto o con braccio ricurvo; ulteriori caratteristiche (altezza fuori terra, altezza totale, diametro di base, diametro di testa, spessore) saranno definite nei casi specifici.

Come lavorazioni saranno - in generale - richieste asola per ingresso cavi con asse a 600 mm ca. dalla base, asola per morsettiera (45x186 mm) con asse a 1.800 mm ca. dalla base e portella di chiusura, bullone di terra.

Per garantire una maggiore protezione contro eventuali urti, alla base dei pali dovrà essere realizzato uno zoccolo di protezione cilindrico, alto circa 20 cm sul livello del terreno, in calcestruzzo con dosaggio almeno di 150 Kg/m<sup>2</sup> (in alternativa, si potrà prevedere un collare di rinforzo metallico alto circa 60 cm - in corrispondenza nel blocco di fondazione - con spessore uguale a quello del palo e saldato a filo continuo alle due estremità).

## **12.12 - IMPIANTO DI TERRA**

L'impianto di terra generale dovrà soddisfare le prescrizioni della normativa CEI vigente in materia (64-8).

In particolare, si precisa che l'impianto di terra è costituito dall'intero sistema di conduttori, giunzioni, dispersori al fine di assicurare alla corrente di guasto un ritorno verso terra attraverso una bassa resistenza.

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

I conduttori di terra e di protezione dovranno essere di sezione adeguata a sopportare le eventuali sollecitazioni meccaniche alle quali potrebbero occasionalmente essere sottoposti.

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

Il conduttore di protezione in dorsale ed in montante non dovrà essere interrotto ad ogni scatola di derivazione, ma semplicemente liberato dell'isolamento per il tratto corrispondente al morsetto di derivazione. Si dovrà quindi far uso di morsetti passanti.

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

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

## **13) - MODALITÀ DI ESECUZIONE E POSA IN OPERA**

### **13.1 - CONSIDERAZIONI GENERALI**

La presente sezione riguarda le principali modalità di esecuzione dei montaggi di natura elettrica, con particolare riferimento ai criteri operativi nelle varie attività di posa in opera di materiali ed apparecchiature.

In termini generali, si richiama l'assoluta attenzione su tutti gli aspetti connessi con la sicurezza e l'antifortunistica nei confronti sia del personale operativo sia di terzi.

Conseguentemente saranno tassativamente da rispettare tutte le leggi, le normative, le prescrizioni applicabili, fra le quali si richiamano tutte quelle già indicate nei precedenti capitoli.

### **13.2 - TUBAZIONI PORTACAVI**

La posa in opera dovrà avvenire nel rispetto delle seguenti indicazioni.

È opportuno garantire la sfilabilità dei conduttori in qualunque condizione.

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

Le curve saranno eseguite con largo raggio, in relazione al diametro dei conduttori, con apposite macchine piegatubi; in casi particolari potranno essere utilizzate curve in fusione in lega leggera, completate con viti di chiusura o, nel caso di tubazioni in PVC, mediante curve precostituite. I tubi possono essere posati con percorso regolare e - per quanto possibile - senza accavallamenti.

Nei tratti in vista e nei controsoffitti i tubi saranno fissati con appositi sostegni, in materiale plastico od in acciaio cadmiato, posti a distanza opportuna ed applicati alle strutture con chiodi a sparo o tasselli ad espansione, o fissati con viti o saldatura su sostegni già predisposti, con interdistanza massima di 150 cm.

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

Negli impianti a vista le giunzioni tra tubazioni o l'ingresso dei tubi nelle cassette avverranno attraverso appositi raccordi.

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

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

- le tubazioni in acciaio senza saldature, zincate saranno spalmate con emulsioni bituminose;
- le tubazioni in PVC saranno protette con getto di calcestruzzo o sistemi analoghi (coppelle o similari).

Il diametro minimo esterno delle tubazioni sarà di 16 mm.

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

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

I tubi metallici dovranno essere fissati mantenendo un distanziamento dalle strutture in modo che possano essere effettuate agevolmente le operazioni di riverniciatura e consentita la libera circolazione di aria.

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

I tubi previsti vuoti dovranno comunque essere muniti di opportuni fili pilota in materiale non soggetto a ruggine.

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

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

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

- profondità di posa: in relazione ai carichi transitanti in superficie ma possibilmente non inferiore a 500 mm dalla generatrice superiore dei cavidotti;
- posa: su uno strato di calcestruzzo magro di circa 10 cm di spessore e rinforzati sul loro intorno sempre con calcestruzzo e supportati da idonee sellette;
- giunzioni: sigillate con apposito collante onde garantire l'ermeticità della tenuta seguendo rigorosamente le prescrizioni indicate dalle Case costruttrici.



### **13.3 - CASSETTE DI DERIVAZIONE**

In relazione alla tipologia della condotta da realizzare si utilizzeranno differenti tipologie di cassette di derivazione (o infilaggio / smistamento), che avranno proprie modalità di posa in opera come descritto nel seguito.

L'utilizzazione delle cassette sarà prevista per ogni derivazione o smistamento di conduttori, le cui giunzioni dovranno essere eseguite in modo ordinario e dovranno essere facilmente individuabili.

Le cassette da incasso dovranno essere installate rispettando:

- la complanarità con pareti in muratura o pavimenti;
- l'allineamento con gli assi verticali ed orizzontali delle pareti;
- le posizioni disponibili per non occupare mai quote di pareti utilizzabili per l'arredamento o altri ingombri già noti al momento dell'installazione.

Per le cassette a vista e/o stagne ( $\geq$  IP44) valgono i criteri di impiego, montaggio e posa in opera già esposti al paragrafo precedente, ovviamente con le necessarie diversificazioni dovute alle diverse caratteristiche costruttive del componente in sè stesso (necessità di fissaggio tramite almeno due idonei tasselli).

Anche per le cassette metalliche si avranno criteri di impiego ed installazione generali come già descritti; il montaggio sarà a parete o su strutture metalliche con apposite staffe o gaffette in acciaio zincato saldate, imbullonate o fissate con tasselli ad espansione.

### **13.4 - CAVI DI ENERGIA**

Le giunzioni saranno ammesse nei casi in cui le tratte senza interruzioni superino in lunghezza le pezzature reperibili in commercio.

I cavi posati sulle passerelle dovranno essere fissati mediante legature, con intensificazione delle stesse nei tratti inclinati e verticali per sostenere il peso dei cavi stessi.

La canalizzazione portacavi (tubo o passerella/canalina) dovrà avere dimensioni adeguate per garantire un efficace smaltimento di calore oltre a permettere un comodo infilaggio o sfilaggio della condotta.

I cavi su passerelle saranno posti fianco a fianco senza mai accavallarsi ed i raggi di curvatura dovranno superare sei volte il diametro esterno del cavo.

Alle estremità finali, le passerelle saranno opportunamente piegate per presentare una superficie arrotondata necessaria ad evitare il danneggiamento dell'isolamento del cavo.

Per quanto riguarda i cavi in bassa tensione si dovranno rispettare le seguenti identificazioni alfanumeriche e colorazioni:

<b>Designazione conduttori</b>	<b>Numerazione alfanumerica</b>	<b>Colore isolante</b>
<u><i>Sistema in corrente alternata</i></u>		
Fase 1	U	nero
Fase 2	V	marrone
Fase 3	W	grigio
Neutro	N	blu chiaro
<u><i>Sistema in corrente continua</i></u>		
Positivo	L +	nero
Negativo	L -	grigio
Conduttore mediano	M	blu chiaro
<u><i>Sistema di protezione</i></u>		
Conduttore di protezione	PE	giallo/verde

Le giunzioni e le derivazioni saranno ammesse solo entro cassette e saranno possibili solo nei casi in cui le tratte senza interruzioni superino in lunghezza le pezzature reperibili in commercio.

L'ingresso cavi nelle cassette di derivazione e di transito dovrà avvenire a mezzo di raccordi pressacavo.

- I cavi posati su passerelle dovranno essere fissati mediante legatura che ne mantengano fissa la posizione.

Nei tratti di passerella inclinati e verticali le legature dei cavi dovranno essere più numerose ed adatte a sostenere il peso dei cavi stessi; il numero di cavi su ogni passerella dovrà essere tale da poter mantenere, nelle condizioni previste di posa e di carico, la loro temperatura entro i valori prescritti dalle norme.

I cavi posati sulle canaline asolate non dovranno mai essere in configurazione superiore a due strati.

- I cavi nei cunicoli dovranno rispondere alle seguenti prescrizioni:
  - le uscite dei cavi dai cunicoli saranno realizzate con aperture effettuate nelle piastrelle di copertura; se queste piastrelle sono metalliche, i bordi saranno protetti da un tubo metallico fino a 1 m di altezza dal pavimento;

- il numero di cavi in ogni tubazione sarà tale da consentire il comodo infilaggio e sfilaggio; inoltre nelle condizioni previste di carico normale, la temperatura dei cavi si dovrà mantenere entro i valori prescritti dalle norme.

Se un cunicolo assicura comunicazione tra due locali o luoghi diversi ai sensi della norma (locali a rischio d'incendio, di esplosione, corrosione, ecc..) dovrà essere accuratamente otturato.

Nel caso di cavi in passerelle/canaline la larghezza di queste sarà prevista con una riserva del 15% per la posa di condutture future.

I cavi saranno posti fianco a fianco senza accavallarsi ed i raggi di curvatura dovranno superare di sei volte il diametro esterno del cavo.

I cambiamenti di piano verranno effettuati a mezzo di raccordi speciali con cavi connessi ed anche le curve saranno assicurate con raccordi speciali a 45° - 90° - 135°.

All'uscita dalle passerelle / canaline i cavi o i conduttori saranno posti su parti metalliche che non presentino spigoli vivi. A tal fine le estremità delle passerelle saranno ripiegate per presentare una superficie arrotondata o saranno munite di raccordi a 90° convessi.

I supporti potranno essere comuni alle passerelle per correnti forti e correnti deboli.

Le passerelle invece non potranno in nessun caso essere comuni ai cavi utilizzati per correnti forti e per correnti deboli a meno di non impiegare idonei separatori.

- I cavi eventualmente posti direttamente sulle pareti in muratura saranno fissati con collari ad una distanza massima di 0,5 m.

Quando comunque si dovesse posare più di un cavo, obbligatoriamente dovranno essere utilizzate canaline o passerelle.

I raggi di curvatura dei cavi dovranno superare di sei volte il diametro del cavo.

L'incrocio di canalizzazioni adibite ad uso diverso, dovrà essere effettuato con un ponte, lasciando una distanza di almeno 3 cm fra le due canalizzazioni.

### **13.5 - APPARECCHI DI COMANDO, PRESE, PUNTI LUCE**

Si considerano in tale ambito le apparecchiature di accensione luce (interruttori, deviatori, pulsanti, ecc..), di segnalazione (spie luminose, ronzatori / suonerie), nonché le prese di corrente sia di tipo civile sia di tipo industriale (prese CEE).

Come già per le cassette di derivazione le tipologie di condutture condizionano i tipi di apparecchi in oggetto: da incasso, da parete ( $\geq$  IP40), stagni ( $\geq$  IP44) e conseguentemente le relative condizioni di posa.

Le scatole per apparecchi da incasso, in resina, per pareti in muratura saranno a 3-4-5-6 modelli e in relazione alle necessità e le altezze di posa saranno le seguenti (da quota pavimento finito):

- $h = 110\div 120$  cm per apparecchi di comando a tasto;
- $h = 225$  cm per apparecchi di comando a tirante;
- $h = 160\div 205$  cm per apparecchi di segnalazione;
- $h = \geq 17,5$  cm per prese di corrente di uso generale;
- $h = 110\div 120$  cm per prese di corrente su piani di lavoro;
- $h = \geq 225$  cm per prese di corrente per utilizzatori vari (estrattori, ecc..).

La profondità dell'incasso sarà condizionata dalla finitura superficiale delle pareti, in funzione dello spessore del rivestimento esterno o di eventuali piastrellature.

Le scatole per apparecchi a vista, in resina termoplastica o termoindurente autoestinguente con idonea resistenza agli urti saranno a 1, 2 o 3 moduli in relazione alle specifiche esigenze e potranno essere equipaggiate con portello frontale a tenuta d'acqua quando occorrerà il grado di protezione  $\geq$  IP44.

Il fissaggio potrà essere realizzato:

- su pareti mediante appositi tasselli ad espansione;
- su staffe (fissate a strutture di sostegno) mediante bulloni e dadi.

Per entrambi i tipi di posa sarà rispettato l'allineamento con gli assi verticali e orizzontali delle pareti.

I conduttori di allacciamento avranno adeguata scorta all'interno delle scatole, per consentire un adeguato montaggio e smontaggio delle apparecchiature.

Per le altezze di installazione valgono le indicazioni già riportate nel punto 3.6.1.

La posa delle prese di corrente di tipo CEE potrà essere in contenitori da incasso o a vista e saranno previste:

- scatole da incasso in poliestere rinforzato con fibre di vetro, con profondità dell'incasso condizionata dalla finitura superficiale delle pareti, in funzione dello spessore del rivestimento esterno;
- scatole a vista in materiale termoindurente corredate di raccordi di tenuta in ingresso.

Il fissaggio potrà essere realizzato:

- su pareti mediante appositi tasselli ad espansione;
- su staffe (fissate a strutture di sostegno) mediante bulloni e dadi;
- rispettando l'allineamento con gli assi verticali ed orizzontali delle pareti.

### **13.6 - CANALINE**

La posa in opera delle canaline sia metalliche sia in PVC potrà avvenire essenzialmente a vista su pareti e/o a soffitto, in controsoffitti, nelle intercapedini dei pavimenti flottanti.

I percorsi dovranno essere paralleli alle pareti ed alle solette e nella parte superiore e laterale delle passerelle sarà lasciato spazio sufficiente a consentire l'agevole posa ed estrazione dei cavi.

Le mensole (o i sostegni a soffitto) dovranno essere installate con interdistanza opportuna affinché il carico delle condutture, non provochi una freccia superiore a 3 mm.

Le mensole o le staffe dovranno avere preferibilmente sostegni posti da un solo lato delle passerelle in modo da facilitare la posa dei cavi.

I cavi dovranno essere appoggiati ben allineati ordinatamente su semplice o al massimo doppio strato.

Le canaline saranno collegate a terra mediante apposito conduttore di protezione e, al fine di garantire la continuità metallica, saranno previsti adeguati ponticelli di giunzione tra i vari elementi, di sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup> oppure si impiegheranno canaline che conseguono la suddetta continuità, mediante i loro stessi elementi di giunzione: a tale riguardo il Fornitore dovrà fornire adeguata e completa documentazione certificativa di questa possibilità.

### **13.7 - APPARECCHI ILLUMINANTI**

Il montaggio degli apparecchi illuminanti a soffitto o parete avverrà mediante idonei tasselli applicati nei punti a tale scopo previsti nell'involucro dell'apparecchio, mentre per gli apparecchi in controsoffitto verranno utilizzati gli accorgimenti e gli eventuali accessori previsti con la fornitura.

Faranno parte integrante delle prescrizioni di montaggio e significativa ai fini del conseguimento della regola d'arte.

### **13.8 - PALI**

Il rizzamento dei pali dovrà essere eseguito curando che in ciascun tronco di linea essi risultino allineati sia sullo stesso asse sia per tutto lo sviluppo

dell'impianto, anche in senso altimetrico, in modo da ottenere una linea con andamento continuo e armonico, e che risultino a piombo.

Durante il maneggio per la posa dei pali si dovranno evitare gli urti e l'impiego di attrezzi che possano ledere l'integrità; si dovrà anche evitare di gettare i pali a terra dalle cataste o dagli automezzi, di manovrarli per la punta facendo perno sulla base, di trascinarli o rovesciarli sul terreno.

### **13.9 - ESECUZIONE DI CAVIDOTTI ED OPERE RELATIVE**

Per l'esecuzione di cavidotti si dovranno prevedere:

- scavo a sezione obbligata;
- strato di fondo in sabbia di 10 cm;
- tubazione in PVC rigido pesante autoestinguente, tipo "underground" per interro, con selle di supporto;
- strato superiore di sabbia di 10 cm oppure bauletto protettivo in cls di spessore di 10 cm;
- reinterro con materiale di risulta e - a metà quota - posa di nastro isolante di individuazione o altro sistema equivalente allo scopo.

Si richiede inoltre il rispetto dei seguenti requisiti concernenti il percorso dei cavidotti, e cioè:

- che la loro distanza dalle zone veicolari sia di almeno 50 cm dal limite (bordo) delle stesse;
- che i pali su eventuali marciapiedi distino almeno 50 cm dal cordolo degli stessi.

Dove occorressero derivazioni a 3 vie dalle dorsali si utilizzeranno adeguate muffole entro pozzetti interrati in muratura o cls ispezionabili e completi di chiusino carrabile in ghisa.

Invece per le derivazioni ai singoli pali saranno prevalentemente utilizzati pozzetti prefabbricati in cls, completamente interrati.

I blocchi di fondazione dei pali saranno da realizzare con cls 325/250 con dimensioni idonee in relazione all'altezza di questi e saranno da completare con tubazioni in PVC di raccordo fra cavidotto e palo, con sabbia di sigillatura ed opere accessorie.

## 13.10 - PROTEZIONI

### Protezioni contro i contatti indiretti

#### Definizioni

In base alle norme CEI 64-8, vengono date le seguenti definizioni:

- “massa” è quella parte conduttrice, facente parte dell’impianto elettrico o di un apparecchio utilizzatore, 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;
- “massa estranee” è quella parte conduttrice, non facente parte dell’impianto elettrico, che può essere toccata e che può andare in tensione in caso di guasto;
- “parti simultaneamente accessibili” sono quelle che distano tra loro non più di 2,5 m in verticale e 2 m in orizzontale (1,25 m se entrambe fuori dalla portata di mano);
- “parti a portata di mano” sono quelle zone definite dalle norme CEI 64-8;
- “conduttore di terra” è il conduttore destinato a collegare i dispersori fra di loro e al collettore (o nodo) principale di terra, non in intimo contatto col terreno;
- “conduttore di protezione (PE)” è il conduttore che va collegato ad una massa per la protezione contro i contatti indiretti;
- “collegamenti equipotenziali” è il collegamento elettrico avente lo scopo di assicurare l’equipotenzialità fra le masse e/o le masse estranee.

#### Protezione contro i contatti diretti

In genere saranno utilizzati protezioni mediante isolamento delle parti attive.

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

In particolare si prescrive che:

- l’accesso ai quadri o alle celle dei quadri dovrà essere fatto solamente da personale qualificato a mezzo chiavi e non mediante attrezzi;
- dovranno essere eseguiti tutti gli interblocchi necessari onde evitare la chiusura intempestiva dei circuiti;
- il grado di protezione dei quadri, delle cassette e dei contenitori di parti in tensione dovrà essere di almeno IP2X; i morsetti a cappuccio saranno in esecuzione IPXXB.

## **Protezione contro i contatti indiretti**

La protezione dovrà essere realizzata:

- realizzando un collegamento di protezione a tutte le utenze elettriche, con le sezioni richieste dalle norme CEI;
- realizzando i collegamenti equipotenziali a tutte le masse estranee;
- collegando al conduttore di protezione tutte le parti conduttrici simultaneamente accessibili;
- collegando al conduttore di protezione tutte le parti conduttrici a portata di mano;
- inserendo nei circuiti delle protezioni differenziali a media ed alta sensibilità.

## **Protezione contro i sovraccarichi**

Per assicurare la protezione contro i sovraccarichi di una condotta si dovrà installare a protezione della condotta stessa un organo di protezione tale da soddisfare le relazioni:

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

dove:

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

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

In base ai tipi di apparecchi scelti, per le linee principali dovranno essere sviluppati i calcoli per le protezioni delle linee principali e dorsali.

## **Protezione contro i corto circuiti**

I dispositivi di protezione nei quadri e sulle apparecchiature dovranno avere un potere di interruzione almeno uguale alla corrente di corto circuito presunta nel punto ove il dispositivo è installato.

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

L'installatore dovrà presentare le curve dell' $I^2t$  delle protezioni prescelte, allegando delle tabelle con la massima lunghezza di conduttore protetta.



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

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