



COMUNE DI VANZAGO

PROGETTAZIONE IMPIANTI ELETTRICI

PERITO INDUSTRIALE **DANIELE CERRI**

Iscritto all'ordine dei Periti Industriali e  
Periti Industriali Laureati delle provincie di Milano e Lodi  
N° 3924



PROGETTAZIONE STRUTTURE

**MADE s.r.l.** Via della Pusterla, 9 - 27100 Pavia

PROGETTISTA STRUTTURALE

INGEGNERE **GABRIELE PORTA**

Iscritto all'ordine degli Ingegneri della provincia  
di Milano  
N° A25859

PROGETTAZIONE ARCHITETTONICA  
E COORDINAMENTO GENERALE



ARCHITETTO **SABINO BIZZOCA**  
Iscritto all'ordine degli Architetti  
di Milano  
N° 17700

[www.bzz-ac.com](http://www.bzz-ac.com)

## AMPLIAMENTO CIMITERO COMUNALE

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE TECNICA  
IMPIANTO ELETTRICO

|  |  |
|--|--|
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |
|  |  |

TAV. N°

**all-18**

SCALA

-

DATA

**MAGGIO 2025**

COMUNE DI VANZAGO  
Ampliamento Cimitero Comunale  
LOTTO 1

**INDICE**

|            |   |           |
|------------|---|-----------|
| <b>1.</b>  | <b>OGGETTO DELLA RELAZIONE .....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.1</b> | <b>Premessa.....</b>  | <b>2</b>  |
| <b>1.2</b> | <b>Generalità sugli impianti elettrici cimiteriali.....</b>                             | <b>2</b>  |
| <b>1.3</b> | <b>Descrizione sommaria degli interventi .....</b>                                      | <b>3</b>  |
| <b>1.4</b> | <b>Descrizione degli impianti elettrici .....</b>                                       | <b>3</b>  |
| 1.4.1      | Generale .....  | 3         |
| 1.4.2      | Quadro elettrico generale .....   | 4         |
| 1.4.3      | Distribuzione primaria .....  | 4         |
| 1.4.4      | Quadri elettrici .....  | 5         |
| 1.4.5      | Trasformatori di sicurezza.....   | 6         |
| 1.4.6      | Giunti di derivazione dei cavi di bassa tensione .....                                  | 6         |
| 1.4.7      | Portalampade .....  | 7         |
| 1.4.8      | Loculi e ossari .....   | 7         |
| 1.4.9      | Impianto di illuminazione.....  | 10        |
| 1.4.10     | Apparecchi di illuminazione .....   | 10        |
| 1.4.11     | Rete di distribuzione prese e forza motrice .....                                       | 11        |
| 1.4.12     | Impianto di terra.....  | 11        |
| <b>1.5</b> | <b>Dati del sistema elettrico .....</b>   | <b>13</b> |
| <b>1.6</b> | <b>Misure di protezione contro i contatti indiretti.....</b>                            | <b>13</b> |
| <b>1.7</b> | <b>Misure di protezione contro i contatti diretti .....</b>                             | <b>14</b> |
| <b>2.</b>  | <b>PRESCRIZIONI TECNICHE DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI E MODALITA' COSTRUTTIVE .....</b> | <b>15</b> |
| <b>2.1</b> | <b>Prescrizione generale .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>2.2</b> | <b>Cavi e conduttori di energia .....</b>   | <b>15</b> |
| <b>2.3</b> | <b>Posa cavi .....</b>  | <b>17</b> |
| <b>2.4</b> | <b>Tubi portacavi .....</b>   | <b>18</b> |
| <b>2.5</b> | <b>Scatole e cassette di derivazione .....</b>  | <b>18</b> |
| <b>2.6</b> | <b>Quadri elettrici ed apparecchiature .....</b>  | <b>19</b> |
| <b>2.7</b> | <b>Apparecchi di illuminazione.....</b>   | <b>21</b> |

# 1. OGGETTO DELLA RELAZIONE

## 1.1 Premessa

E' scopo della presente relazione tecnica la definizione:

- dei contenuti e dei limiti di fornitura,
- della documentazione di progetto,
- dei requisiti delle apparecchiature, dei materiali, nonché dei criteri per l'esecuzione degli impianti,
- delle procedure di collaudo

per la realizzazione degli impianti elettrici previsti a servizio dell'ampliamento del Cimitero Comunale di Vanzago (MI), come illustrato nei successivi capitoli della relazione e sugli elaborati grafici allegati.

I requisiti contenuti nel presente capitolato tecnico devono essere interpretati come prescrizioni generali.

Rimane compito e responsabilità dell'Appaltatore la definizione specifica di dettaglio, che si intendono installare nel rispetto delle norme e delle prescrizioni contenute nella presente relazione.

L'Appaltatore è pertanto tenuto a verificare, coordinare ed eventualmente adeguare le relative progettazioni costruttive sulla base della seguente relazione tecnica. L'Appaltatore dovrà fornire quanto necessario, anche se non espressamente descritto, per realizzare gli impianti completi e perfettamente funzionanti.

## 1.2 Generalità sugli impianti elettrici cimiteriali

Gli impianti elettrici dei cimiteri non sono soggetti a norme particolari, si applicano in generale le Norme CEI 64-8.

Gli impianti cimiteriali sono sistemi di I Categoria con sistema di messa a terra TT alimentati in bassa tensione a 400/230V 50Hz; la distribuzione principale è realizzata in bassa tensione a 400/230V (Norma CEI 64.8), mentre l'impianto di illuminazione delle lampade votive è realizzato in bassissima tensione di sicurezza a 24V (sistema SELV).

L'impianto elettrico di un cimitero è costituito, in genere, dall'illuminazione generale dei vialetti, dall'illuminazione votiva dei loculi, delle tombe singole, dalle tombe di famiglia, dalle cappelle funerarie e dagli impianti dei locali di servizio e dei locali tecnici, atti a garantire il corretto svolgimento delle attività e di gestione delle lampade votive.

Le lampade votive dovranno essere previste con sorgente a LED a ridotto consumo alimentate a bassissima tensione mediante trasformatore di sicurezza (impianto SELV). Per limitare la caduta di tensione si dovrà frazionare l'impianto in più zone, ciascuna alimentata da un proprio trasformatore di sicurezza.

In questa fase non è prevista la fornitura e la posa delle lampade votive. Sarà invece prevista la predisposizione dei punti luce all'interno dei loculi.

La Norma EN 61558-2-6 CEI 96-7 limita la potenza dei trasformatori di sicurezza (monofase) a 10kVA. Generalmente a servizio dei cimiteri i trasformatori di sicurezza più utilizzati hanno potenza compresa fra i 300 ed i 2500VA (alimentazione a primario 230V monofase) ed uscita 12-0-12V oppure 24-0-24V.

I trasformatori di sicurezza dovranno essere installati all'interno del quadro elettrico o in contenitori chiusi prevedendone un sovradimensionamento di circa il 20%. Le lampade votive, compreso il relativo apparecchio di illuminazione, dovranno presentare un grado di protezione almeno IPX3 (protezione contro la pioggia) in modo da evitare perdite di isolamento, cortocircuiti e disfunzioni dell'impianto (Norma CEI 64-8/4 art. 411.1.4.3).

I circuiti che alimentano le lampade votive dovranno essere considerati circuiti di segnalazione e pertanto potranno essere realizzati con conduttori aventi sezione minima di 0,5mm<sup>2</sup> (Norma CEI 64-8/5 art. 524.1).

## 1.3 Descrizione sommaria degli interventi

Le opere che formano oggetto del presente appalto comprendono tutto quanto occorre per dare completi gli impianti elettrici, installati a perfetta regola d'arte, e di seguito elencati:

- Quadri elettrici
- Distribuzione primaria e secondaria
- Impianto di illuminazione
- Predisposizione impianto di illuminazione lampade votive
- Rete di distribuzione prese e forza motrice
- Impianto di terra

Le presenti specifiche tecniche descrivono i criteri di dimensionamento e la consistenza dei sistemi adottati; le soluzioni tecniche indicate dovranno essere mirate a definire i seguenti temi:

- struttura della rete di distribuzione;
- organizzazione dei componenti e dei materiali.

Gli obiettivi rispetto ai quali è stata orientata la scelta delle soluzioni, posdovranno essere essere così riepilogati:

- conseguimento della massima sicurezza per le persone e gli ambienti;
- affidabilità e continuità di esercizio;
- razionalizzazione ed unificazione dei componenti del sistema distributivo;
- flessibilità e possibilità di espansione;
- facilità di gestione e manutenzione.

## 1.4 Descrizione degli impianti elettrici

### 1.4.1 Generale

L'energia elettrica sarà fornita dall'Ente distributore in bassa tensione nel locale tecnico (in derivazione dalla rete di distribuzione esistente o con nuova fornitura dedicata per l'ampliamento del cimitero).

### 1.4.2 Quadro elettrico generale

Il quadro elettrico generale, QE-GE, deve essere collocato immediatamente a valle del punto di consegna dell'energia elettrica, in modo che la lunghezza del cavo compreso tra l'uscita dell'eventuale nuovo contatore e l'ingresso nel quadro sia la più breve possibile e comunque non superi i 3 metri.

Il tratto di linea fra i morsetti del misuratore di energia ed il quadro di protezione d'arrivo deve essere realizzato in cavo con guaina.

Il quadro sarà del tipo applicabile contro parete, con contenitore in materiale metallico o in materiale isolante, munito di portella frontale e con grado di protezione IP55. L'ingresso dei cavi avverrà dall'alto ed i conduttori di fase e di neutro saranno direttamente attestati sui morsetti d'ingresso dell'interruttore generale di protezione che sarà dotato di coprimerse.

Il potere di interruzione a 400 V non deve essere inferiore a quello indicato dal distributore dell'energia elettrica.

Entrata ed uscita dei cavi devono essere protette in modo da garantire la tenuta IP55.

### 1.4.3 Distribuzione primaria

L'impianto avrà origine dal quadro elettrico QE-L1, posizionato a valle del quadro generale QE-GE, dove saranno installate le apparecchiature di protezione, comando e controllo a protezione delle linee secondarie.

La distribuzione primaria comprenderà tutte le condutture necessarie all'alimentazione delle apparecchiature elettriche e dell'impianto di illuminazione e sarà costituita principalmente da:

- vie cavi;
- cavi.

#### **Vie cavi**

Le tubazioni interrate dovranno essere poste in opera negli scavi predisposti, su fondo resistente, sul quale sarà costruito un letto di sabbia e ghiaia di opportuno spessore.

Le tubazioni da interrare dovranno essere di tipo corrugato a doppia parete di colore rosso esternamente e nero internamente, adatte per l'impiego a protezione dei cavi elettrici in bassa tensione con resistenza allo schiacciamento di 750N. Il diametro interno del tubo dovrà essere pari ad almeno 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi in esso contenuti con un minimo di 16 mm.

Dovranno essere previsti pozzetti di ispezione in corrispondenza dei punti di derivazione, che consentiranno, tra l'altro, di collocarvi i componenti di giunzione o di derivazione dei cavi elettrici. Tali pozzetti saranno di tipo prefabbricato in calcestruzzo vibrocompresso, costituiti da un elemento di base, eventuale elemento di prolunga e coperchio con chiusino in ghisa. La superficie superiore del coperchio del chiusino dovrà avere una conformazione tale da consentire il completo deflusso delle acque di scorrimento. I pozzetti dovranno essere in numero tale da rendere facilmente sfilabili le condutture.

Per la posa interrata dei pozzetti, tubazioni e corda in rame nuda, dovranno essere realizzati scavi a sezione obbligata, per profondità minima fino a 0,50m (Norma CEI 11-7)

Nel percorso orizzontale e nel percorso verticale i cavi saranno posati in tubazioni di pvc o aggraffati su apposite guide di fissaggio. In corrispondenza di passaggi orizzontali e/o verticali, tra eventuali comparti antincendio, saranno installati opportuni accorgimenti tagliafiamma.

#### **Cavi**

I cavi da utilizzare nella realizzazione degli impianti dovranno essere conformi ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11) ed al Decreto Legislativo del 16-06-2017 n. 106 "Adeguamento della normativa nazionale alla disposizioni del regolamento UE n. 305/2011". I cavi saranno contrassegnati in modo da individuare prontamente il servizio ed il circuito a cui appartengono ed avranno la colorazione delle guaine come previsto dalle tabelle UNEL.

### **1.4.4 Quadri elettrici**

In generale i quadri elettrici dovranno essere conformi:

- alle prescrizioni CEI EN 60439-1, classificazione CEI 17-13/1, III<sup>a</sup> edizione. "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadro BT) - Parte 1<sup>a</sup>: Apparecchiature di serie soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature non di serie parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)".
- alle prescrizioni CEI EN 60439-3, classificazione CEI 17-13/3, fasc. 1926, "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) - Parte 3<sup>a</sup> : Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso. Quadri di distribuzione (ASD)".
- alle raccomandazioni della commissione elettrotecnica internazionale (IEC) ed al DPR 27-04-1955, n° 547.

I quadri elettrici dovranno essere previsti in esecuzione per interno, per installazione fissa e per utilizzazione nelle condizioni normali di servizio previste dalle norme. I quadri elettrici dovranno essere di tipo chiuso, complete di eventuali strutture di sostegno, contenenti un pannello o un telaio di montaggio dei diversi componenti, una copertura asportabile, una porta di chiusura frontale trasparente in vetro o in materiale isolante.

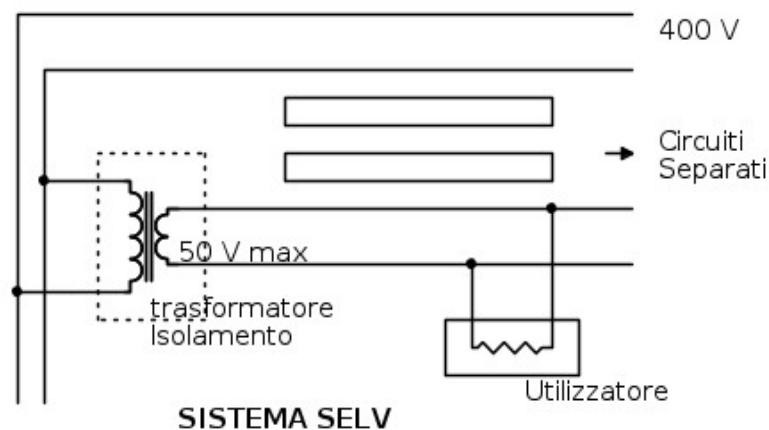
La copertura è provvista di opportune feritoie per consentire la manovra degli interruttori; la rimozione sarà possibile solo con l'uso di una chiave o un attrezzo. All'interno del quadro elettrico deve essere possibile identificare i singoli circuiti ed i loro dispositivi di installazione; le indicazioni devono essere identiche a quelle riportate sugli schemi di collegamento che devono essere forniti assieme al quadro. Tali schemi devono riportare il tipo e la marca di tutte le apparecchiature, le eventuali condizioni per l'installazione, il funzionamento e la manutenzione; devono pure essere indicate la modalità e la frequenza della manutenzione raccomandata.

Quando è necessario eseguire ordinarie operazioni di regolazione, di ripristino o di sostituzione dei componenti tramite la rimozione dei ripari o l'apertura di involucri, il quadro elettrico deve essere provvisto di cartello segnalatore con la dicitura "accesso al quadro solo al personale qualificato". I quadri elettrici, per le loro caratteristiche di costruzione, conterranno apparecchiature di manovra e dispositivi di controllo, misura, protezione e regolazione che per le ordinarie operazioni di ripristino, regolazione o sostituzione di componenti non sia necessaria la rimozione dei ripari o l'apertura di involucri installati a protezione di parti attive che non dovranno essere toccate.

### 1.4.5 Trasformatori di sicurezza

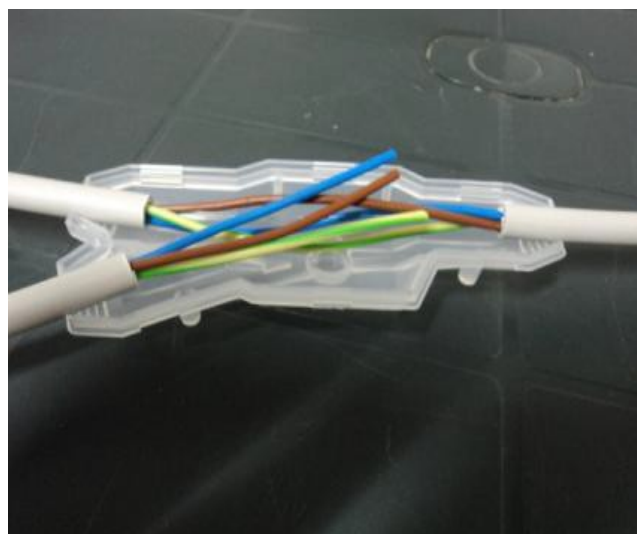
I trasformatori di sicurezza dovranno garantire la separazione galvanica tra il circuito primario a 230V e il circuito secondario di alimentazione delle lampade votive nelle condizioni di esercizio più gravose, fondamentalmente tramite un doppio isolamento o tramite uno schermo metallico connesso a terra. Il trasformatore di sicurezza dovrà rispondere alle prescrizioni della (norma CEI EN 61558-2-6 CEI 96-7). I trasformatori dovranno essere scelti in maniera tale che la taglia prevista sia almeno del 20% superiore al carico massimo previsto.

In tal modo la vita dei trasformatori aumenta sensibilmente. Si ricorda che negli impianti SELV con tensione non superiore a 25 V la protezione contro i contatti diretti ed indiretti si ritiene sempre assicurata (Norma 64.8/4411.1.4.3).



### 1.4.6 Giunti di derivazione dei cavi di bassa tensione

I giunti di derivazione dei cavi, come pure i giunti di linea, dovranno essere collocati nei pozzi. Il giunto dovrà essere muffola in resina termoplastica e termoindurente. Le giunzioni tra la linea principale e le derivazioni secondarie dovranno essere saldate e con isolamento ripristinato mediante collante e nastro in pvc.



### 1.4.7 Portalampade

I portalampada da utilizzare, come raccomandato dalla Norma europea EN 60238, dovranno o essere del tipo in PA 6 +15%FG, specifico per impianti cimiteriali, in grado di garantire un sicuro contatto tra la lampada e la linea di alimentazione.

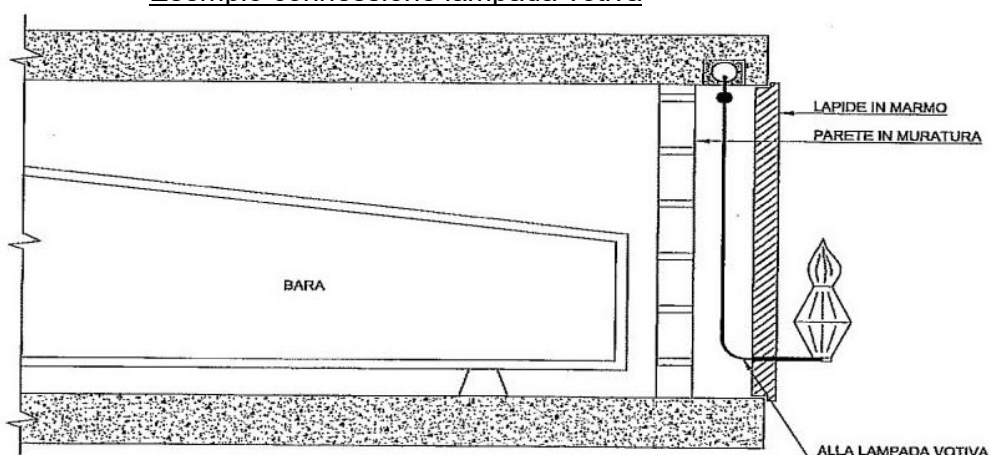
Ai fini della durata, non sarà ammesso installare portalampada del tipo per uso civile e posa all'interno, con parti metalliche in ferro zincato. La linea di alimentazione dovrà essere collegata al portalampada mediante connettore a compressione, saldatura a stagno o direttamente innestata, come previsto nei portalampada specifici per uso cimiteriale.

In questa fase non è prevista la fornitura e posa delle lampade votive.

### 1.4.8 Loculi e ossari

La parte d'impianto a bassissima tensione di sicurezza nei loculi e negli ossari dovrà essere eseguito utilizzando cavi specifici per impiantistica cimiteriale, marchiati sistema SELV, o con cavo A07VVH2-U adatto per posa fissa all'interno di manufatti o con cavo tipo CPR FS17 qualora posato all'interno di tubo corrugato annegato nel cemento, mentre i giunti fra la linea secondaria e le derivazioni terminali potranno essere eseguite con morsetti, con connettori a compressione o saldati a stagno.

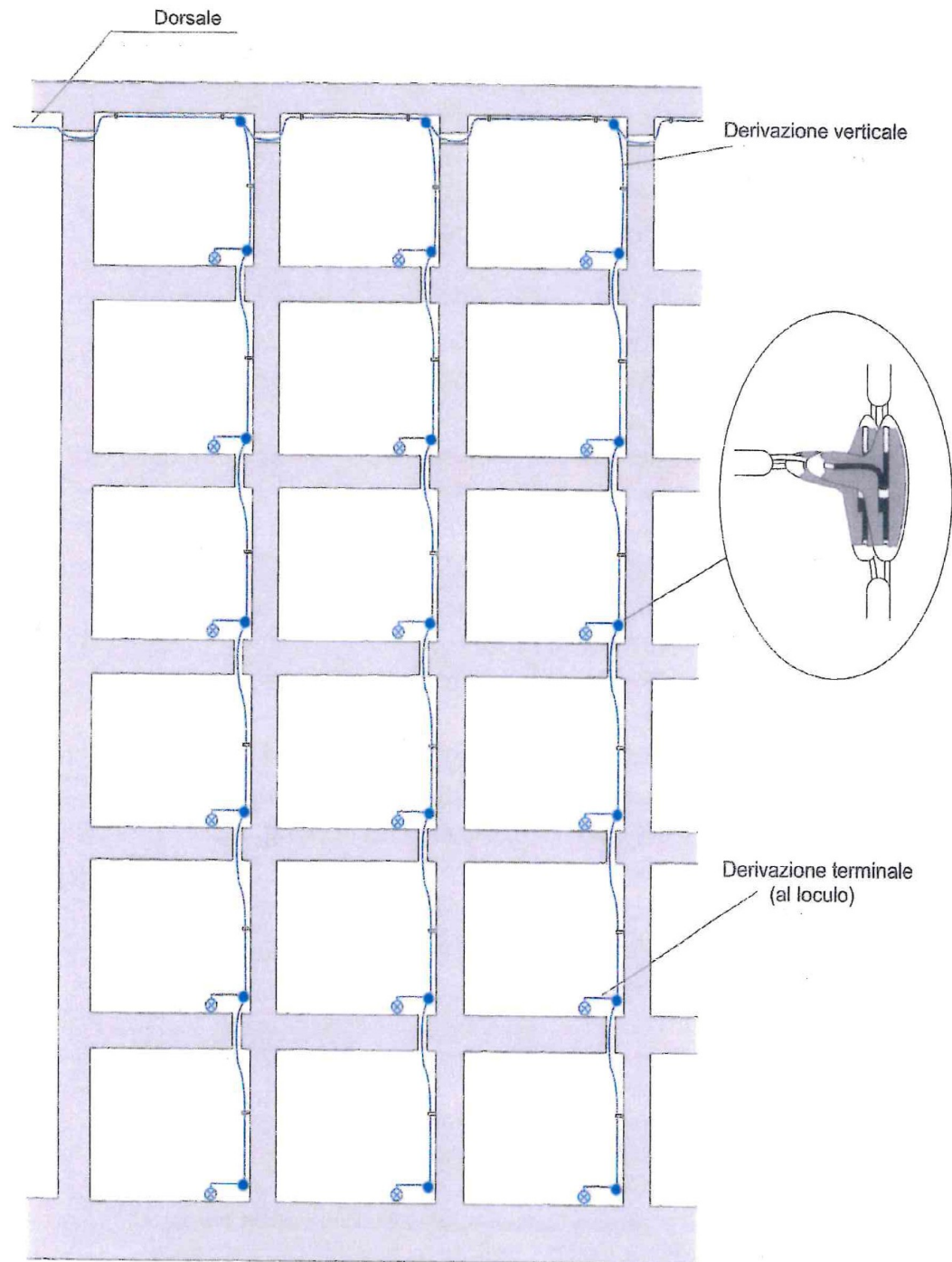
Esempio connessione lampada votiva





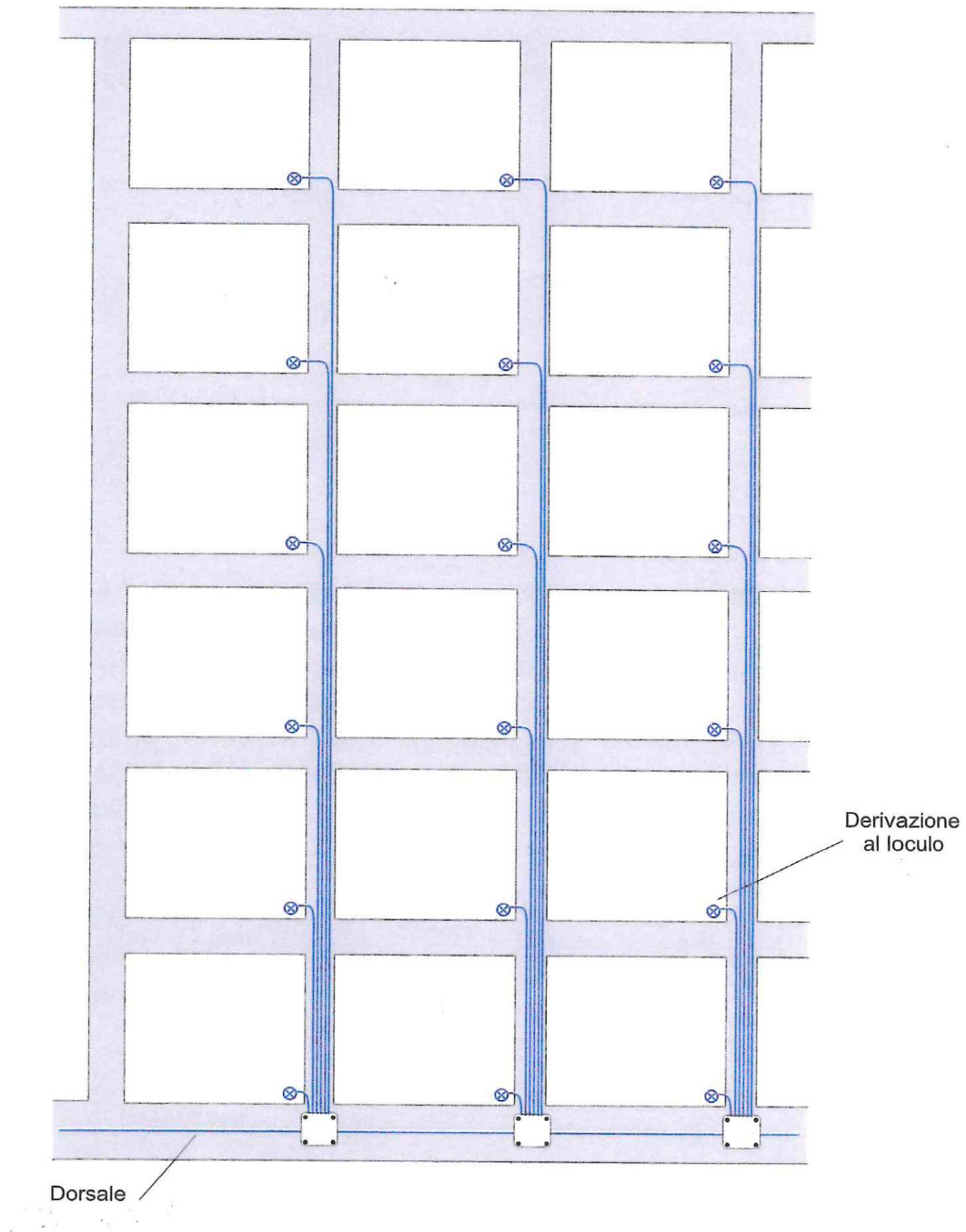
COMUNE DI VANZAGO  
Ampliamento Cimitero Comunale  
LOTTO 1

Esempio alimentazione lampade votive loculi con dorsale orizzontale in alto



COMUNE DI VANZAGO  
Ampliamento Cimitero Comunale  
LOTTO 1

Esempio alimentazione lampade votive loculi con dorsale orizzontale in basso



## 1.4.9 Impianto di illuminazione

### **Ambiente di installazione: aree coperte**

#### **Modalità di esecuzione:**

In traccia nei percorsi orizzontali e verticali.

#### **Grado di protezione:**

- Condotture IP40
- Elementi di comando IP31

L'impianto di illuminazione sarà eseguito principalmente con le modalità di seguito descritte:

- dorsale principale con cavi conformi ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11) ed al Decreto Legislativo del 16-06-2017 n. 106 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE n. 305/2011" posati in tubazioni di pvc autoestinguenti fissate sotto traccia;
- cassette di derivazione in materiale plastico autoestinguente con coperchio fissato tramite viti e passacavi;
- circuito terminale con conduttori unipolari conformi ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11) ed al Decreto Legislativo del 16-06-2017 n. 106 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE n. 305/2011" posati in tubo sotto traccia;
- comando tramite interruttore crepuscolare, interruttore, ecc.

### **Ambiente di installazione: locali tecnici**

#### **Modalità di esecuzione:**

A vista.

#### **Grado di protezione:**

- Condotture IP44
- Elementi di comando IP44

L'impianto di illuminazione è eseguito principalmente con le modalità di seguito descritte:

- dorsale principale con cavi conformi ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11) ed al Decreto Legislativo del 16-06-2017 n. 106 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE n. 305/2011" posati in tubazioni a vista di pvc;
- cassette di derivazione in materiale plastico autoestinguente, con coperchio fissato tramite viti e pressacavi con grado di protezione minimo IP44;
- circuito terminale con conduttori unipolari conformi ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11) ed al Decreto Legislativo del 16-06-2017 n. 106 "Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE n. 305/2011" posati in tubazioni a vista di pvc;
- apparecchi illuminanti e comandi posati a vista.

## 1.4.10 Apparecchi di illuminazione

È prevista la fornitura e la posa in opera di tutti gli apparecchi di illuminazione, per installazione a plafone o a parete.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno avere accessori elettrici di accensione conformi alle norme CEI. Anche le caratteristiche costruttive degli apparecchi di illuminazione dovranno essere adeguate a quanto richiesto dalle norme CEI in materia.

Gli apparecchi di illuminazione dovranno essere con sorgente a LED, di adeguato grado di protezione non inferiore a IP55 e con Classe di isolamento 2.

### 1.4.11 Rete di distribuzione prese e forza motrice

La rete di distribuzione prese e forza motrice comprende:

- le prese di tipo civile e di tipo industriale;
- l'alimentazione dell'elevatore.

La distribuzione sarà eseguita con le stesse modalità già descritte per l'impianto di illuminazione.

Per le utenze f.m. e prese di energia verranno utilizzati cavi conformi ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11) ed al Decreto Legislativo del 16-06-2017 n. 106 "Adeguamento della normativa nazionale alla disposizioni del regolamento UE n. 305/2011".

La derivazione ai gruppi prese ed alle utenze elettriche dovrà essere eseguita con conduttori unipolari in rame ricotto isolati in pvc, di qualità antifiama e non propaganti l'incendio, protetti da tubazioni in pvc. Il conduttore di protezione sarà inglobato nella formazione del cavo quando possibile.

### 1.4.12 Impianto di terra

L'impianto di terra sarà derivato, previa verifica, dall'impianto di terra esistente.

L'impianto di terra dovrà essere in grado di proteggere le linee dorsali, i quadri elettrici di distribuzione fino ai trasformatori di isolamento dove la tensione di alimentazione è di 230V/400V.

L'impianto di terra sarà costituito da dispersori verticali che dovranno essere interconnessi con conduttori giallo/verde in cavidotti da 25mm<sup>2</sup>, nelle tubazioni insieme ai cavi.

La corda di colore giallo verde dovrà assumere le seguenti caratteristiche:

- Sezione: 25mm<sup>2</sup>
- Conduttore: CPR FS17 450/750V
- Diametro massimo dei fili del conduttore: 0,41 mm
- Spessore medio isolante: 1,2mm
- Diametro esterno massimo: 10,2mm
- Resistenza elettrica a 20°C ohm/km: 0,780 / Km
- Normativa di riferimento: (CEI 20-29)

I dispersori verticali dovranno essere in acciaio zincato realizzati con profilo a croce, sezione 50x50x5mm, con piastra di aggancio morsetti a tre fori e come prescritti dalle norme.

I conduttori di protezione dovranno avere una sezione non inferiore a quella di fase del circuito corrispondente. All'impianto di terra si dovranno connettere anche le masse estranee. Tale collegamento dovrà essere effettuato mediante l'impiego di conduttori in rame corda

COMUNE DI VANZAGO  
Ampliamento Cimitero Comunale  
LOTTO 1

CPR FS17, di sezione adeguata conformemente alla (norma CEI 64-8). Il collegamento tra il conduttore di terra, i conduttori di protezione ed i conduttori equipotenziali dovrà avvenire mediante l'impiego di idonei "collettori di terra" da realizzarsi mediante sbarrette di rame o idonei morsetti.

L'impianto di terra è riferito all'impianto utilizzatore che comprende il sistema con tensione nominale  $< 1.000 \text{ V}$  (sistema di I categoria).

## 1.5 Dati del sistema elettrico

### Condizioni di fornitura e di distribuzione

- ente fornitore dell'energia..... ENEL o altro Ente fornitore
- tensione trifase+neutro ..... 400/230 V
- frequenza ..... 50 Hz
- Icc presunta sul punto di consegna ..... 16 kA
- classificazione del sistema elettrico ..... TT
- alimentazione lampade votive ..... 24 V
- potenza massima contemporanea ( $k_u \cdot k_c = 0,7$ ) ..... 10 kW

### Cadute di tensione

Le sezioni dei conduttori dovranno assicurare i seguenti valori di caduta di tensione misurata a pieno carico sull'utenza più lontana dal punto di consegna dell'energia:

- circuito luce ..... 4%
- circuito forza motrice ..... 4%
- sbilanciamento tra le fasi ..... 2%

### Fattore di potenza

Per la determinazione della corrente di linea saranno previsti i seguenti fattori di potenza:

- circuito luce .....  $\cos\phi$  0,9
- circuito forza motrice .....  $\cos\phi$  0,9
- valore del fattore di potenza ..... non inferiore a 0,92

## 1.6 Misure di protezione contro i contatti indiretti

E' richiesta una protezione contro i contatti indiretti con l'applicazione in modo appropriato delle misure indicate mediante:

- interruzione automatica dell'alimentazione;
- componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente;
- separazione elettrica.

### Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione

Tutte le masse protette contro i contatti indiretti dallo stesso dispositivo di protezione devono essere collegate allo stesso impianto di terra. È ammesso l'utilizzo dei seguenti dispositivi:

- dispositivi di protezione a corrente differenziale;
- dispositivi di protezione contro le sovracorrenti.

### **Protezione mediante componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente**

La protezione deve essere assicurata con l'uso di componenti elettrici dei tipi seguenti, che siano stati sottoposti alle prove di tipo e siano contrassegnati in accordo con le relative norme:

- componenti elettrici aventi un isolamento doppio o rinforzato (componenti elettrici di classe II);
- quadri prefabbricati aventi un isolamento completo (Norma CEI 17-13/1);

Questa misura è destinata ad impedire il manifestarsi di una tensione pericolosa sulle parti accessibili di componenti elettrici a seguito di un guasto nell'isolamento principale.

Se l'involucro isolante è provvisto di porte o coperchi che potranno essere aperti senza l'uso di una chiave o di un attrezzo, tutte le parti conduttrici, che potranno essere accessibili quando una porta o un coperchio sia aperto, devono trovarsi dietro una barriera isolante con un grado di protezione non inferiore a IPXXB che impedisca alle persone di venire in contatto con tali parti; questa barriera isolante deve poter essere rimossa solo con l'uso di un attrezzo.

### **Protezione per separazione elettrica**

La protezione deve essere assicurata da un trasformatore di sicurezza o da un sistema equivalente con separazione di protezione verso gli altri circuiti.

I circuiti di comando devono essere realizzati tramite un sistema a bassissima tensione di sicurezza (SELV) senza alcun punto collegato a terra.

## **1.7 Misure di protezione contro i contatti diretti**

È richiesta una protezione totale contro i contatti diretti con l'adozione delle misure:

- di protezione mediante isolamento delle parti attive;
- di protezione mediante involucri o barriere;

non dovranno essere ammesse misure di protezione parziale contro i contatti diretti mediante ostacoli e mediante distanziamenti.

Le parti attive devono essere poste entro involucri o dietro barriere tali da assicurare il grado di protezione IPXXB; le superfici superiori orizzontali delle barriere o degli involucri che dovranno essere a portata di mano devono avere un grado di protezione non inferiore a IPXXD.

Non dovranno essere ammesse cassette di derivazione con coperchi fissati senza l'uso di viti a meno che non siano installate all'interno di controsoffitti.

È richiesta la protezione aggiuntiva mediante interruttori differenziali con corrente di intervento non superiore a 30mA per i circuiti che alimentano prese industriali.

## 2. PRESCRIZIONI TECNICHE DEI COMPONENTI IMPIANTISTICI E MODALITA' COSTRUTTIVE

### 2.1 Prescrizione generale

A tutti gli impianti elettrici e speciali dovrà essere applicata la direttiva 2004/108/CE rispettando le seguenti regole:

- a) installare componenti, inclusi nell'ambito di applicazione della direttiva, soltanto se marcati CE ai fini della compatibilità elettromagnetica EMC e secondo le indicazioni (rilevanti ai fini EMC) fornite dai costruttori;
- b) rispettare le norme EMC, se l'impianto presenta problemi di compatibilità elettromagnetica;
- c) consegnare al cliente, affinché le conservi a disposizione delle Autorità competenti, le istruzioni (rilevanti ai fini EMC) fornite dai costruttori per l'installazione, l'uso e la manutenzione dei componenti.

### 2.2 Cavi e conduttori di energia

#### • Cavi

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione degli impianti descritti nel presente capitolato, dovranno essere rispondenti all'unificazione UNEL ed alle norme costruttive stabilite dal Comitato Elettrotecnico Italiano. In particolare, dovranno essere conformi ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11) ed al Decreto Legislativo del 16-06-2017 n. 106 "Adeguamento della normativa nazionale alla disposizioni del regolamento UE n. 305/2011".

In particolare, saranno impiegati:

- Conduttori flessibili unipolari con tensione normale di esercizio 450/750 V tipo FS17 per posa entro tubazioni sui circuiti di energia con tensione fino a 230/400 V e per correnti deboli, tipo non propaganti l'incendio (Euroclasse: Cca – s3, d1, a3; CEI EN 50525);
- Cavi isolati in gomma HEPR, non propaganti l'incendio a norme CEI 20-13, con tensione normale di esercizio 0,6/1 kV di tipo FG16OR16, di impiego nei circuiti di energia con tensione fino a 230/400 V con posa su passerelle od in tubo (Euroclasse: Cca – s3, d1, a3; CEI 20-13).
- Cavi flessibili unipolari con tensione nominale non superiore a 450-750 V, a bassissima emissione di fumi e gas tossici conformi CEI 20-38, isolati in HEPR di qualità G7, tipo FG17, di impiego nei circuiti di energia con tensione fino a 230/400 V con posa in tubo (Euroclasse: Cca – s1b, d1, a1; CEI UNEL 35310).
- Cavi unipolari e multipolari con tensione normale di esercizio 0,6/1 kV, isolati con mescola elastomerica sotto guaina di speciale mescola termoplastica di qualità M1 non propaganti l'incendio e a bassissima emissione di gas e fumi CEI 20-38, di tipo FG16OM16, di impiego nei circuiti di energia fino alla tensione 230/400 V, per alimentazioni principali con posa su passerelle od in tubo (Euroclasse: Cca – s1b, d1, a1; CEI 20-13).



COMUNE DI VANZAGO  
Ampliamento Cimitero Comunale  
LOTTO 1

La sezione dei cavi di potenza indicata nei disegni allegati, che fanno parte del presente capitolato, non esime l'Appaltatore da un controllo della stessa, in funzione dei seguenti parametri:

- Carico installato;
- Portata del cavo uguale all'80% del valore ammesso dalla tabella UNEL 35024-70;
- Temperatura ambiente di 30°C;
- Coefficiente di riduzione relativo alle condizioni di posa nella situazione più restrittiva nello sviluppo della linea;
- Le cadute di tensione massime ammissibili dovranno rispettare i requisiti della norma ASHRAE 90.1 2007, ovvero:
  - I cavi di distribuzione principale dovranno essere dimensionati in modo da limitare la caduta di tensione massima al 2%;
  - I cavi di distribuzione secondaria dovranno essere dimensionati in modo da limitare la caduta di tensione massima al 3%.
  - All'utenza finale la caduta di tensione non dovrà superare il 4%

L'Appaltatore deve calcolare e/o verificare la caduta massima di tensione. In ogni caso, ove nel progetto siano indicati cavi dimensionati con caduta di tensione inferiore a quella prescritta o portata superiore a quella necessaria, l'Appaltatore ha l'obbligo di rispettare il dimensionamento anche se eccessivo.

La sezione minima non deve comunque essere inferiore a:

- 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti di segnalazione
- 1,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti luce
- 2,5 mm<sup>2</sup> per i circuiti f.m.

I cavi saranno contrassegnati in modo da individuare prontamente il servizio cui appartengono. Essi avranno inoltre la seguente colorazione delle guaine:

#### **Cavi unipolari**

La colorazione dei cavi unipolari dovrà essere:

- Conduttori di terra: giallo rigato di verde
- Conduttori di neutro: blu chiaro
- Conduttori in c.c.: rosso
- Conduttori per le fasi: altri colori a scelta purché contraddistinti in r-s-t per distribuzione trifase con neutro. Dello stesso colore per distribuzione trifasi senza neutro.

#### **Cavi multipolari**

La colorazione dei cavi multipolari dovrà essere:

- anime: secondo UNEL 0722;
- guaine esterne per cavi di distribuzione principale: grigio;
- guaine esterne per cavi di distribuzione secondaria: blu-grigio;

A seconda del servizio a cui i cavi dovranno essere destinati, essi dovranno essere del tipo:

- S senza conduttori giallo/verde;
- T con conduttore giallo/verde.

Non è ammesso l'utilizzo del conduttore di neutro come conduttore di terra e viceversa.

In ogni caso il colore blu-chiaro contraddistinguerà sempre il conduttore di neutro ed il giallo verde il conduttore di terra.

Oltre la sezione di 95 mm<sup>2</sup> i cavi dovranno essere di tipo unipolare.

Non saranno ammessi giunti sui cavi che per i tratti di lunghezza maggiori alle pezzature standard in commercio.

Il raggio minimo di curvatura sarà quello prescritto dai costruttori per ogni tipo di cavo.

## 2.3 Posa cavi

### • Posa di cavi in tubo

Ogni servizio ed ogni impianto, anche se a pari tensione, usufruirà di una rete di tubazioni completamente indipendente e con proprie cassette di derivazione.

Il diametro interno dei tubi, mai inferiore a 16 mm, sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento sia sempre minore di 0,4 (fattore di riempimento = rapporto tra sezione complessiva dei cavi e sezione interna del tubo), il diametro comunque sarà sempre maggiore o uguale a 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto dei cavi contenuti.

I tubi dovranno seguire un andamento parallelo agli assi delle strutture, evitando percorsi diagonali ed accavallamenti.

Tutte le curve saranno eseguite a largo raggio, non dovranno essere ammesse le curve stampate e le derivazioni a T.

In ogni caso dovrà essere garantita un'agevole sfilabilità dei conduttori.

Nei tratti in vista, i tubi saranno fissati con appositi sostegni in materiale plastico o metallico, tramite tasselli ad espansione con interdistanza massima di 150 cm per i tubi in metallo e 80 cm per tubi in PVC.

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

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

E' fatto divieto di transitare con tubazioni in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione del gas, e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche.

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

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

Nel caso di impiego di tubi metallici filettati dovranno essere verniciate al "minio" tutte le filettature.

Le reti in tubo, se interrate, devono essere poste su un letto di sabbia a profondità non inferiore di 600 mm dal piano di calpestio;

## 2.4 Tubi portacavi

Per la realizzazione degli impianti saranno impiegati i seguenti tipi di tubi a seconda delle prescrizioni indicate nei disegni e nelle descrizioni dei singoli impianti:

- in materiale plastico rigido di tipo pesante UNEL 37118/P, secondo norme CEI 23-8 e 23-25, con contrassegno del Marchio Italiano di Qualità per la distribuzione nei tratti a vista;
- in materiale plastico rigido di tipo pesante UNEL 37118/P, secondo norme CEI 23-8 e 23-25, con caratteristica di autoestinguenza ed a bassa emissione di gas tossici e fumi opachi, con contrassegno del Marchio Italiano di Qualità per la distribuzione nei tratti a vista, negli ambienti a maggior rischio in caso di incendio;
- in materiale plastico rigido di tipo pesante UNEL 37118/P, oppure flessibile secondo UNEL 37121/P, con contrassegno del Marchio Italiano di Qualità per la distribuzione nei tratti incassati nelle pareti, nei pavimenti, nei soffitti, o dove espressamente richiesto;
- in acciaio, zincati a caldo internamente ed esternamente, senza saldatura, in tutti i casi in cui gli impianti devono essere a tenuta perfettamente stagna ed in esecuzione antideflagrante o dove espressamente richiesto di tipo "Conduit" (UNI 7683);
- in acciaio zincato Sendzimir elettrosaldato, con riporto di zinco sulla saldatura, curvabile a freddo e senza necessità di filettatura, in tutti i casi in cui gli impianti devono essere a tenuta perfettamente stagna e con elevata protezione meccanica. Conforme alle norme CEI EN50086;
- in acciaio flessibile, con spirale in acciaio zincato a doppia graffatura, guaina esterna in resina polivinilica con raccordi stagni filettati alle estremità (TEAFLEX tipo DAR o similari).

Per i tubi rigidi, tutte le curve dovranno essere realizzate a caldo sul posto, per le giunzioni devono essere impiegati manicotti, non dovranno essere ammesse derivazioni a T.

## 2.5 Scatole e cassette di derivazione

Tutte le giunzioni o le derivazioni devono essere realizzate esclusivamente tramite l'impiego di scatole o cassette di derivazione.

Di norma le scatole o cassette verranno altresì impiegate ad ogni brusca deviazione del percorso delle tubazioni: ogni 2 curve, ogni 15 metri nei tratti rettilinei, all'ingresso di ogni locale alimentato, in corrispondenza di ogni corpo illuminante.

Non è ammesso far transitare nella stessa cassetta conduttori appartenenti ad impianti, circuiti, o servizi diversi.

Le tubazioni devono essere posate a filo interno delle cassette con la cura di lisciare gli spigoli, per evitare il danneggiamento delle guaine dei conduttori nelle operazioni di infilaggio e sfilaggio.

Nel caso, l'impianto a vista ed i raccordi con le tubazioni devono essere esclusivamente eseguite tramite pressatubi o pressacavi in nylon o in metallo a seconda del tipo di impianto.

I morsetti saranno di tipo predisposto a mantello, con base in ceramica od in altro materiale isolante di analoghe caratteristiche, e saranno adeguati alla sezione dei conduttori derivati.

I conduttori saranno disposti ordinatamente nelle cassette con un minimo di ricchezza.

Le cassette saranno fissate alle strutture murarie esclusivamente tramite tasselli ad espansione o chiodi a sparo.

Nel caso di impianti incassati, le cassette saranno montate a filo del rivestimento esterno e saranno munite di coperchio "a perdere"; i coperchi definitivi saranno montati ad ultimazione degli interventi murari di finitura.

Nel caso di cassette di tipo stagno, immurate in pareti rivestite in maiolicato, dovrà essere prevista una cornice plastica od in materiale non ossidabile che consenta una battuta perimetrale.

Tutte le scatole saranno contrassegnate sul coperchio in modo che possa essere individuato il tipo di servizio di appartenenza.

Tutte le scatole o cassette, di qualsiasi materiale, saranno provviste di morsetto di terra; quelle in materiale metallico avranno il morsetto di messa a terra del corpo scatola. Le scatole potranno essere in fusione di ghisa o silumin, in materiale plastico autoestinguente o in lamiera pressopiegata nei casi che verranno di volta in volta indicati.

I conduttori dovranno essere contrassegnati in ogni cassetta con terminali componibili e con un codice che indichi il numero di circuito a cui appartiene.

Il tipo e codice per la siglatura dovranno essere sottoposti ad approvazione della Stazione Appaltante.

## 2.6 Quadri elettrici ed apparecchiature

### • Generalità

I quadri, facendo riferimento al loro schema elettrico comprendono, oltre ai principali componenti, anche tutti gli accessori di esecuzione e completamento quali sbarre principali, morsettiere, guide, canalette interne, distanziatori, setti di separazione, pannelli interni, ecc..

### • Carpenterie in materiale isolante

Negli ambienti in cui l'Amministrazione appaltante lo ritiene opportuno, al posto dei quadri in lamiera, si potranno installare quadri in materiale isolante.

Questi devono avere attitudine a non innescare l'incendio al verificarsi di un riscaldamento eccessivo secondo la tabella di cui all' art. 134.1.6 delle norme CEI 64-8, e comunque, qualora si tratti di quadri non incassati, devono avere una resistenza alla prova del filo incandescente non inferiore a 650 °C (850° C se installati in ambiente a maggior rischio in caso di incendio).

Devono essere composti da cassette isolanti, con piastra porta apparecchi estraibile per consentire il cablaggio degli apparecchi in officina, essere disponibili con grado di protezione adeguato all'ambiente di installazione e comunque non inferiore a IP 30, nel qual caso il portello deve avere apertura a 180 gradi.

Tali quadri devono consentire un'installazione del tipo a doppio isolamento.

I quadri posizionati all'esterno dovranno essere di tipo stagno in poliestere rinforzato con fibra di vetro con resistenza agli urti IK10 con grado di protezione IP65.

## • Cablaggi dei quadri elettrici

Il cablaggio dei circuiti di comando e delle sequenze a relè dovrà essere effettuato con conduttori flessibili isolati in PVC a ridotta emissione di gas corrosivi in conformità alle Norme CEI 20-22 II e 20-37/2, tensione nominale 450/750V, dimensionati per una densità massima secondo Norme UNEL-CEI comunque con sezione mai inferiore a 1,5 mmq salvo diverse prescrizioni e tale da garantire una sovratemperatura massima all'esterno dei conduttori non superiore a 20°-30°C rispetto ad una rispettiva temperatura interna del quadro di 40°-30°C. Detti conduttori, in partenza ed in arrivo alle apparecchiature ed alle morsettiere, dovranno essere sempre siglati con le diciture alfanumeriche riportate negli schemi. Per la siglatura saranno impiegati segnafile componibili in vipla trasparente (tipo TRASP) alle due estremità del conduttore; non dovranno essere ammessi altri tipi di segnafile.

I conduttori dei circuiti di comando dovranno essere corredati, alle estremità, di capicorda a pressione di tipo preisolato a puntalino od aperti a forcilla secondo necessità. I conduttori di potenza dovranno avere invece i capicorda isolati chiusi ad anello.

I conduttori dei circuiti di comando dovranno essere sistemati in canaline con feritoie e coperchio in PVC rigido tipo incombustibile. Il fissaggio delle canaline dovrà essere eseguito con viti o con rivetti, non dovranno essere assolutamente ammessi i fissaggi che utilizzino collanti di qualsiasi tipo. Non è ammesso il montaggio di canaline od apparecchiature sulle pareti laterali o sulle strutture portanti del quadro salvo particolari prescrizioni.

La grandezza minima ammessa dei morsetti sarà adatta per l'allacciamento di conduttori fino a 6 mm<sup>2</sup>.

In generale ad ogni terminale di connessione deve essere collegato un solo conduttore, dovranno essere ammesse le connessioni di due o più conduttori ad un terminale solo quanto tale terminale o morsetto dovranno essere previsti per lo scopo.

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

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

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

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

I collegamenti di terra delle masse metalliche devono essere eseguiti con treccia o calza di rame avente sezione non inferiore a 16 mm<sup>2</sup>.

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

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

### • Messa a terra

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

Per ogni quadro dovranno essere predisposti, sulla sbarra di terra, due attacchi per le connessioni flessibili con sezione minima 16 mm<sup>2</sup> cui si allacceranno tutte le parti metalliche degli interruttori sezionatori, basi portafusibili, trasformatori di misura, profilati di sostegno, portelle a cerniera, antine fisse o imbullonate, manovra, ecc.

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

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

I conduttori di terra in rame isolato avranno sempre come colore distintivo il giallo/verde.

### • Schemi

Ogni quadro, anche il più semplice, dovrà essere corredato di apposita tasca porta-schemi dove saranno contenuti in involucro plastico i disegni degli schemi di potenza e funzionali rigorosamente aggiornati.

### • Collegamenti di terra

I collegamenti a terra delle parti metalliche sopra indicate saranno normalmente eseguiti in rame, in corda o barra, isolati o nudi, di sezione atta a convogliare la corrente di guasto secondo quanto prescritto dalle Norme CEI.

A titolo esemplificativo, verrà portato il conduttore di terra e collegato ai seguenti componenti:

- poli di terra di tutte le prese;
- apparecchi illuminanti;
- scatole o cassette di derivazione;
- tubazioni metalliche relative all'impianto elettrico;
- carpenterie contenenti apparecchiature elettriche;
- canaline e ferri relativi di sostegno;
- coperchi eventuali di canaline.

## 2.7 Apparecchi di illuminazione

### • Generale

Gli apparecchi illuminanti dovranno essere completamente rispondenti alle Norme CEI e disposizioni di legge. Gli apparecchi con sorgente LED dovranno avere una classe di rischio biologico adatta al tipo di utilizzo e comunque inferiore a 1 dove c'è presenza continuativa di persone secondo la norma IEC EN 62471.

COMUNE DI VANZAGO  
Ampliamento Cimitero Comunale  
LOTTO 1

Ciascun apparecchio dovrà essere completo e funzionante in ogni sua parte, caratterizzato da robustezza, precisione di lavorazione e accuratezza di finitura, esente da vibrazioni e rumori. Equipaggiato con sorgente a LED ed integralmente cablato, provvisto di morsettiera sia per i collegamenti interni, sia per il collegamento ai punti luce predisposti.

• **Posa**

La posa degli apparecchi di illuminazione potrà avvenire nei seguenti modi:

- esterni a soffitto o a parete: saranno sospesi mediante robusti ganci in acciaio fissati alla struttura ed eventuale catena metallica oppure ancorati direttamente a parete o mediante opportune staffe.