

UFFICIO TECNICO PROGETTAZIONE
Perito Elettrotecnico Galliussi Ivo
 33040 PREMARIACCO (UD) – Via Boldarin,4
 Codice fiscale GLL VIO 64M11L483B
 Iscrizione Albo Periti Industriali di Udine n. 2554
 ivogalliussi@pec.it

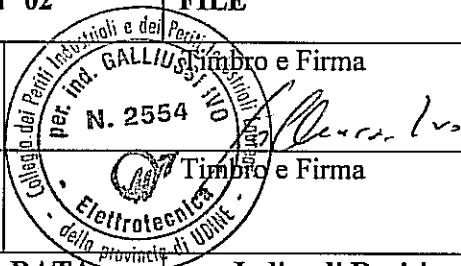
FINANZA DI PROGETTO
 ai sensi dell'art. 183 c.15 del D. lgs. 50/2016

PROGETTO DI FATTIBILITA'

PROGETTO DEFINITIVO DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE VOTIVA

PRESSO I CIMITERI DI SAGRADO E POGGIO TERZA ARMATA

RELAZIONE TECNICA

PROGETTO n° 07D	IDENTIFICATIVO n° 02	FILE
Eseguito in data 13/09/2016	Galliussi p.i. Ivo	
Controllato ed approvato in data 13/09/2016	Galliussi p.i. Ivo	
DESCRIZIONE MODIFICA	DATA	Indice di Revisione

INDICE

PREMESSA

FINALITA' DELL'INTERVENTO

- a) contenere i consumi utilizzando lampade votive del tipo a LED
- b) modulare il flusso luminoso delle lampade a Led
- c) rispettare i parametri per l'illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso
- d) controllare e monitorare il funzionamento degli impianti a distanza
- e) utilizzare il tipo di interruttore differenziale a riarmo automatico
- f) installare un sistema elettronico con fusibili autoripristinanti a protezione delle linee secondarie alimentate a 15 V
- g) possibile ulteriore risparmio energetico con l'utilizzo della tecnologia a fibre ottiche (in tutti i cimiteri)

1. PRESCRIZIONI TECNICHE PER LA COSTRUZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE VOTIVA ENERGETICAMENTE EFFICIENTI

1.1 Generalità

1.2 Allacciamento lampade votive

1.2.1 Tombe a terra singole e tombe di famiglia

1.2.2 Loculi ed ossari

1.2.3 Cappelle di famiglia

1.3 Tubazioni, pozzetti e scatole di connessione

1.4 Linee di alimentazione

2. MISURE DI PREVENZIONE E SICUREZZA ADOTTATE

- 2.1 Protezione differenziale**
- 2.2 Protezione contro i cortocircuiti**
- 2.3 Protezione contro i sovraccarichi**
- 2.4 Coordinamento delle protezioni**
- 2.5 Protezione contro i contatti diretti**
- 2.6 Protezione contro i contatti indiretti**
- 2.7 Protezione contro le tensioni di contatto**
- 2.8 Impianto di messa a terra**
- 2.9 Caduta di tensione**

3. PRESCRIZIONI TECNICHE IMPIANTO ALIMENTATO A 230 V

- 3.1 Impianto di distribuzione elettrico 230 V**
- 3.2 Quadri elettrici**
- 3.3 Dispositivi di protezione aggiuntiva ai transienti di tensione elettrica**

4. QUADRO TECNICO – NORMATIVO

PREMESSA

Il progetto di adeguamento e riqualificazione funzionale ed energetica degli impianti di illuminazione votiva nei cimiteri di Sagrado e Poggio Terza Armata, prevede alcuni interventi che mirano ad ottenere un risparmio energetico complessivo dell'ordine del 75 %.

A tal fine sarà necessario eseguire anche diversi lavori di modifica che sono indispensabili in quanto è tecnicamente impossibile applicare agli attuali impianti le nuove tecnologie che permettano di ridurre i consumi energetici e di controllare e monitorare costantemente e a distanza il corretto funzionamento degli impianti

Ci permettiamo di aprire una brevissima parentesi riflessiva che parte dal presupposto che petrolio, nucleare, fotovoltaico, eolico, idroelettrico, centrali a biomassa ecc. sono tutte soluzioni imperfette in quanto la vera e unica soluzione è quella di risparmiare energia. Non esistono verità assolute; non esiste nessuna forma di produzione di energia che non alteri qualcosa rispetto a prima. Valga ricordare che: " Nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma". In questo panorama allora è necessario ponderare sì, quale potrà e dovrà essere il tipo di fonte energetica da utilizzare, valutando l'insieme di costi e/o benefici nel campo economico, ecologico e sociale, ma innanzitutto è indispensabile investire nel risparmio energetico.

Nel settore edilizio già da tempo si tende a costruire gli edifici "energeticamente efficienti" che significa limitare i consumi nella prospettiva di poter realizzare in futuro solamente case passive, nelle quali durante l'inverno i maggiori consumi non sono riferiti al riscaldamento ma bensì solamente alla produzione di acqua calda per usi sanitari.

Riteniamo che anche nel settore dell'illuminazione votiva sia necessario iniziare a pensare di modificare gli attuali impianti, che nonostante siano ancora funzionanti , necessitano di una riduzione dei consumi energetici mantenendo però, anzi migliorando la qualità del servizio e mantenendo inalterato il prezzo del canone annuo pagato dagli utenti per il servizio. Quindi lo scopo dell'intervento è quello di offrire un servizio migliore risparmiando sia in termini di energia elettrica che di risorse per interventi tecnici di semplice manutenzione ordinaria.

La tensione di alimentazione degli impianti per passare da 24V a 15 V sistema SELV necessita di una completa revisione di tutti i cavi in posa direttamente interrata e con giunti non stagnati, in quanto non garantiscono un sufficiente contatto elettrico e presentano difetti di isolamento. Il motivo di questo cambiamento di tensione è legato al fatto che le nuove lampade del tipo a led funzionano a 15 V

Buona parte dei portalampada attualmente installati risultano non adatti al tipo di posa all'aperto in luoghi umidi e quindi dovranno essere sostituiti dal nuovo tipo in grado di garantire nel tempo il contatto tra la virola della lampada e la linea di alimentazione

Le condizioni attuali degli impianti non permettono certo di applicare alcun tipo di nuova tecnologia per limitare i consumi di energia elettrica, in quanto le lampade del tipo a Led funzionano ad una tensione diversa dalla lampade ad incandescenza e consumano di meno per cui tutte le apparecchiature interne ai quadri, quali trasformatori, portafusibili e fusibili per la protezione dei circuiti 230 V e 15 V, dovranno essere sostituite.

In questa nuova tipologia d' impianti, il problema certamente più complesso e costoso da risolvere è quello relativo ai transienti di tensione elettrica che sono la principale causa di fulminazione delle lampade a Led in quanto realizzate con componenti elettronici particolarmente sensibili e delicati.

Nell'intervento che andremo a realizzare bisogna potenziare l'impianto di messa a terra ed installare dei dispositivi opportunamente studiati e prodotti per proteggere la parte degli impianti di illuminazione votiva alimentati a bassissima tensione di sicurezza inferiore a 24 V.

In questo progetto analizzeremo prima gli elementi che portano a contenere i consumi energetici ed a migliorare la funzionalità e di seguito affronteremo le sostanziali modifiche da apportare all'impiantistica esistente. .

- **a) contenere i consumi utilizzando lampade votive del tipo a LED**
- **b) modulare il flusso luminoso delle lampade a Led**
- **c) rispettare i parametri per l'illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso**
- **d) controllare e monitorare il funzionamento degli impianti a distanza.**
- **e) utilizzare interruttori differenziali a riarmo automatico**
- **f) installare dei moduli elettronici con fusibili autoripristinanti a protezione delle linee secondarie alimentate a 15 V**
- **g) possibile ulteriore risparmio energetico con l'utilizzo della tecnologia a fibre ottiche**

A

contenere i consumi utilizzando il tipo di lampade a led

- L'utilizzo delle lampade a LED permette di ottenere un risparmio energetico di circa il 80% rispetto alla tradizionale lampada ad incandescenza.
- Il risparmio che si ottiene con l'Ente fornitore non è solo riferito al minore consumo in Kwh ma anche ai minori costi di quota fissa in quanto la potenza impegnata viene ridotta a 1/5.
- Oltre al fattore puramente energetico non dobbiamo dimenticare che le lampade ad incandescenza hanno una durata di circa 1000 ore mentre quelle a LED durano circa 75/80.000 ore
- Le lampade a LED non risento di vibrazioni e di urti.

La luce emessa dalle lampade a LED è più visibile durante il giorno rispetto a quella emessa dalle lampade ad incandescenza in quanto è di colore ambra ed è direttiva

- In caso di esumazione del defunto illuminato, se la lampada a LED non ha ancora raggiunto le 50.000 ore di funzionamento può essere recuperata e riutilizzata.
- Vista la durata delle lampade a LED viene ridotta notevolmente la quantità di lampade esauste e di conseguenza i rifiuti prodotti.
- E' consigliato l'utilizzo di lampade a tensione fissa in quanto consumano meno rispetto a quelle con

regolatore interno che permette di alimentarle con una tensione da 12 V fino a 30 V.

- L'unico difetto delle lampade a LED è l'elevato costo iniziale e la vulnerabilità alle scariche atmosferiche dirette ; teniamo presente che i costi di sostituzione sono 18 volte superiori a quelli relativi alla lampade ad incandescenza.

TIPO DI LAMPADA A LED DA UTILIZZARE

Sul mercato esistono circa 15 aziende che producono lampade a LED per uso votivo, con forme estetiche, luminosità, durata e costo diversi .

Sono state confrontate queste diverse lampade e dai dati tecnici è emerso che solamente una presenta dei livelli di illuminamento particolarmente uniforme in tutte le direzioni; precisiamo che questo dato fa sì che la luce emessa dalla lampada sia ben visibile in tutte le condizioni di posa (loculi, ossari tombe in terra e nelle cappelle di famiglia e cioè posizioni in alto ed in basso). L'emissione luminosa di questa lampada è di tipo **omnidirezionale diretto** mentre le altre lampade a LED presentano una luce di tipo **omnidirezionale riflesso** che non è assolutamente visibile di giorno.

Questo tipo di lampada votiva e' coperta da brevetto ed e' realizzata in conformità alla normativa europea in materia di compatibilità magnetica e deve essere alimentata ad una tensione di 15 Volt in corrente alternata Sistema SELV .

La luce è prodotta da 8 Led della categoria ultra luminosi e con uno spettro molto ampio, tale da essere particolarmente vistoso in tutte le direzioni .

Altro particolare importante è che la lampada viene fornita con un particolare sostegno elastico inPA 6 + 15% FG , che permette alla lampada di essere posizionata sempre in centro nelle fiamme in vetro dei lumini.

Non bisogna trascurare che questa lampada può essere personalizzata con i dati della ditta installatrice impressi sulla virola.

Fig. 1 ESPLOSO DEGLI ELEMENTI COMPONENTI LA LAMPADA Art.L121

DIFFUSORE OTTICO IN MATERIALE PLASTICO
SAGOMATO INTERNAMENTE AL FINE
DI DIFFONDERE IN MANIERA OTTIMALE A 360° IL FASCIO
DI LUCE EMESSO DAI LED

CIRCUITO STAMPATO SUL QUALE SONO LOCATI 8 LED DELLA
CATEGORIA ULTRA LUMINOSI E CON SPETTRO
PARTICOLARMENTE AMPIO

VIOLA E14 INTERNAMENTE
RIVESTITA IN VETRITE

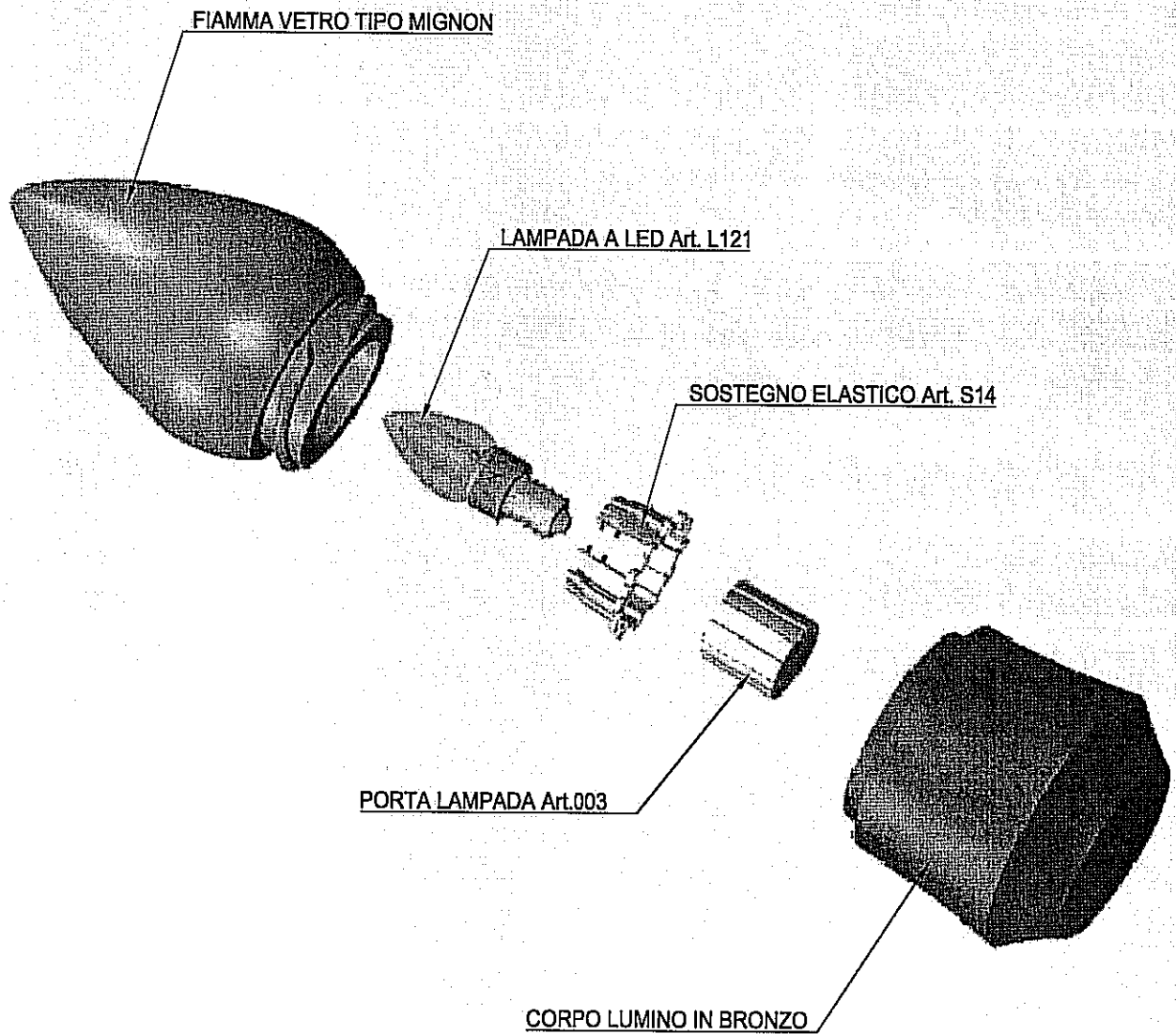
ANELLO METALLICO IN OTTONE NICHELATO CON PUNZONATO I
DATI DELLA LAMPADA, LA DITTA PRODUTTRICE E LA DITTA
INSTALLATRICE

NELLO IN MATERIALE PLASTICO CON FUNZIONE ISOLANTE

QUESTA LAMPADA E' ADATTA PER ESSERE INSTALLATA IN TUTTI I CORPI ILLUMUNANTI
CHE MONTANO LE FIAMME VETRO CON ATTACCO MEDIO E MIGNON E PER I PORTA
LUMINI A CERO

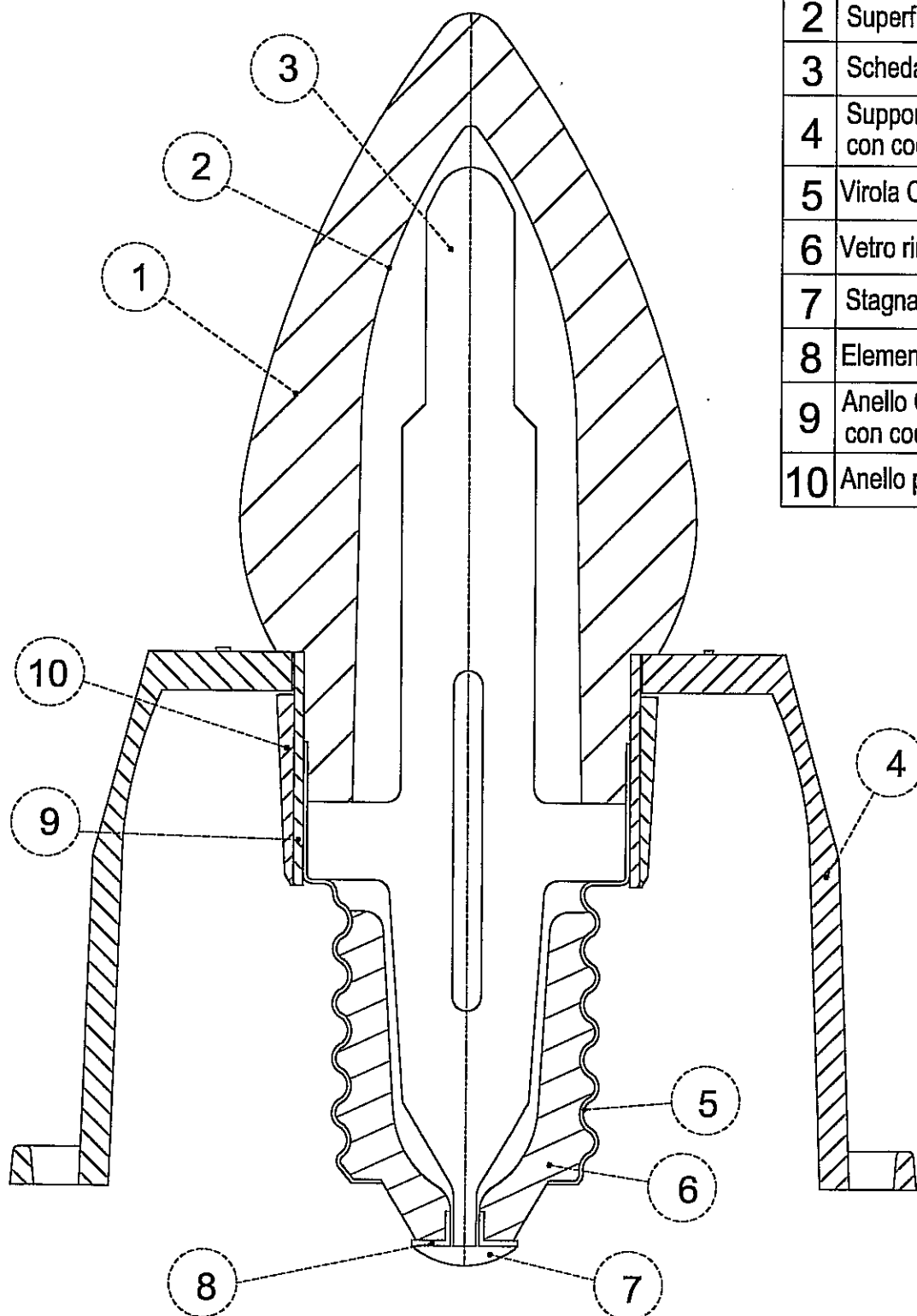
LA MARCA E IL TIPO DI APARECCHIATURE / MATERIALI SONO FORNITI SOLO A TITOLO INDICATIVO.
LA DITTA POTRA' PROPORRE ANCHE APPARECCHIATURE / MATERIALI EQUIVALENTI A QUELLI INDICATI

Fig. 3 ESPLOSO DELLA LAMPADA DEL SOSTEGNO ELSTICO, DEL PORTA LAMPADA DEL LUMINO COMPLETO DI FIAMMA VETRO



LA MARCA E IL TIPO DI APARECCHIATURE / MATERIALI SONO FORNITI SOLO A TITOLO INDICATIVO.
LA DITTA POTRA' PROPORRE ANCHE APPARECCHIATURE / MATERIALI EQUIVALENTI A QUELLI INDICATI

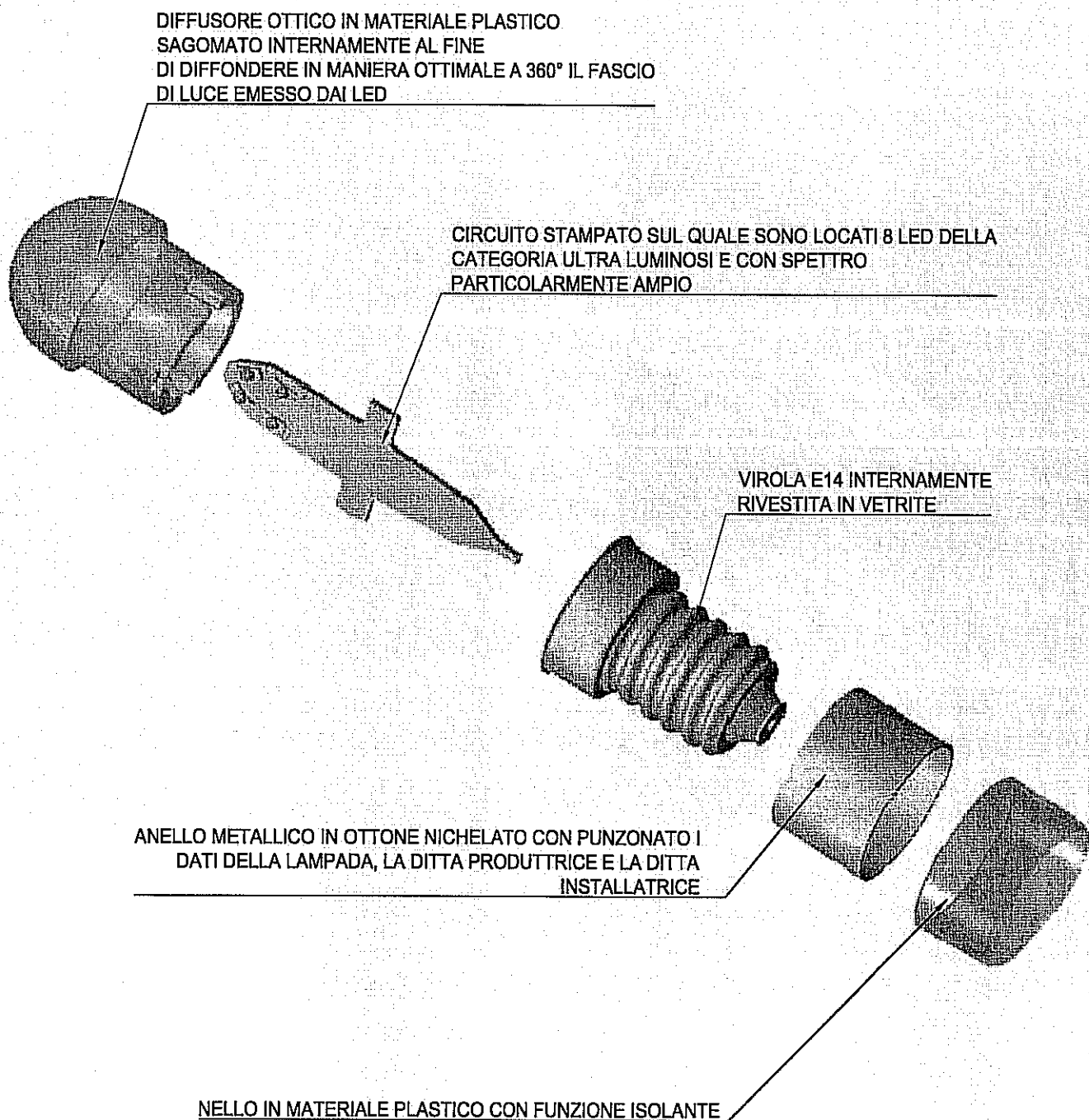
Fig.7 SEZIONE DELLA LAMPADA A LED MONTATA SU SOSTEGNO ELASTICO CHE CONSENTE DI POSIZIONARE IN CENTRO LA LAMPADA



Pos	Descrizione
1	Fiamma
2	Superficie Ottica
3	Scheda Led
4	Supporto Elastico con codici identificativi
5	Virola Ottone Nichelato
6	Vetro rinforzo vite
7	Stagnatura
8	Elemento di contatto
9	Anello Ot.-Ni. di chiusura con codici identificativi
10	Anello plast. di protez.

LA MARCA E IL TIPO DI APARECCHIATURE / MATERIALI SONO FORNITI SOLO A TITOLO INDICATIVO.
LA DITTA POTRA' PROPORRE ANCHE APPARECCHIATURE / MATERIALI EQUIVALENTI A QUELLI INDICATI

Fig. 2 ESPLOSO DEGLI ELEMENTI COMPONENTI LA LAMPADA Art.L122

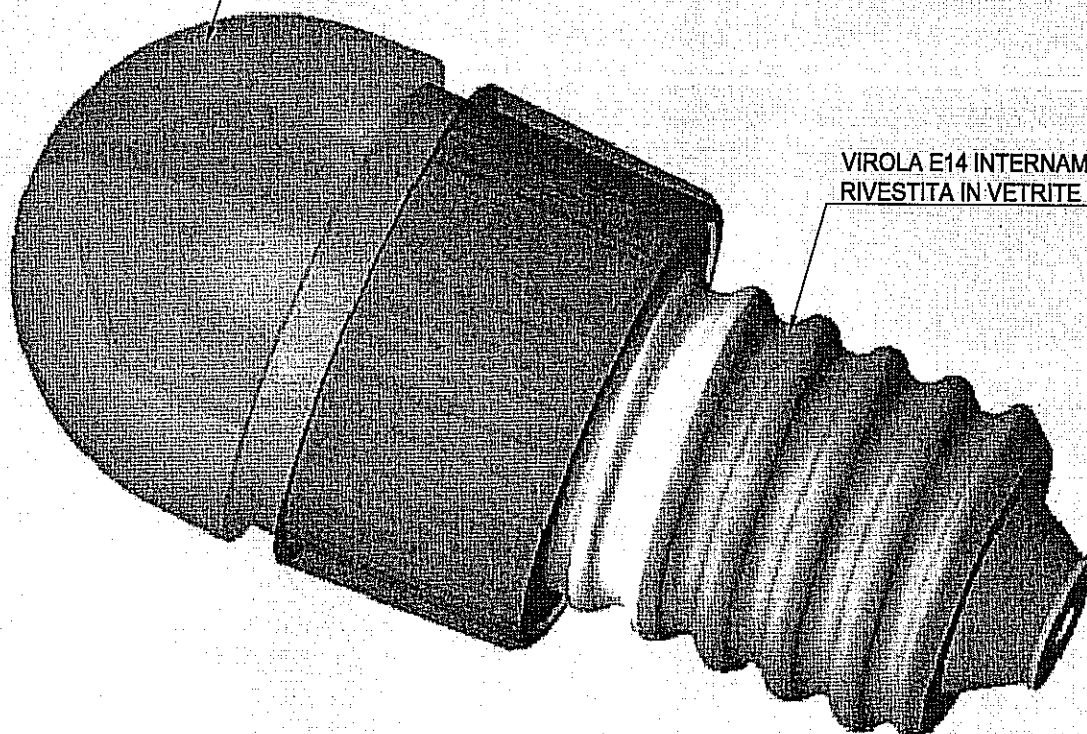


QUESTA LAMPADA E' ADATTA PER ESSERE INSTALLATA IN TUTTI I CORPI ILLUMUNANTI
CHE MONTANO LE FIAMME VETRO CON ATTACCO MICRO E PER LE FIAMME IN
CRISTALLO CON RIDOTTO SPAZIO INTERNO

LA MARCA E IL TIPO DI APARECCHIATURE / MATERIALI SONO FORNITI SOLO A TITOLO INDICATIVO.
LA DITTA POTRA' PROPORRE ANCHE APPARECCHIATURE / MATERIALI EQUIVALENTI A QUELLI INDICATI

Fig. 2a VISTA ASSEMBLATA DEGLI ELEMENTI COMPONENTI LA LAMPADA
Art.L122

DIFFUSORE OTTICO IN MATERIALE PLASTICO
SAGOMATO INTERNAMENTE AL FINE
DI DIFFONDERE IN MANIERA OTTIMALE A 360° IL FASCIO
DI LUCE EMESSO DAI LED



VIROLA E14 INTERNAMENTE
RIVESTITA IN VETRITE

QUESTA LAMPADA E' ADATTA PER ESSERE INSTALLATA IN TUTTI I CORPI ILLUMUNANTI
CHE MONTANO LE FIAMME VETRO CON ATTACCO MICRO E PER LE FIAMME IN
CRISTALLO CON RIDOTTO SPAZIO INTERNO

LA MARCA E IL TIPO DI APARECCHIATURE / MATERIALI SONO FORNITI SOLO A TITOLO INDICATIVO.
LA DITTA POTRA' PROPORRE ANCHE APPARECCHIATURE / MATERIALI EQUIVALENTI A QUELLI INDICATI

B

Modulare il flusso luminoso delle lampade a Led

Gli impianti vengono corredati di una serie di parzializzatori di carico notturno installati sui moduli elettronici dei fusibili autoripristinanti per modulare la potenza notturna delle luci votive.

I dispositivi potranno modificare il valore della tensione in uscita entro la diminuzione del 30% portando lentamente, con rampa lineare della durata di 1 ora, la tensione dal valore di 230V a circa 160V.

La notte, la variazione di luminosità che provochiamo è impercettibile.

I parzializzatori di carico notturno permettono di ottenere oltre ad un risparmio energetico anche un minor degrado luminoso delle Lampade a LED e quindi mantenere il livello di efficienza notturna più a lungo.

Questo è un risultato estremamente importante che consente di rispettare quanto previsto dalla legge regionale e dai Criteri Ambientali Minimi CAM in materia di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso.

C

Contenere l'inquinamento luminoso

- L'utilizzo di questo tipo di lampada a LED permette di contenere notevolmente l'inquinamento luminoso in quanto l'emissione luminosa è di tipo omnidirezionale mentre quello delle altre lampade a Led in commercio è di tipo diretto verso l'alto.
- La regolazione elettronica del flusso luminoso emesso dalle lampade a Led mediante il parzializzatore di carico notturno previsto nel sistema elettronico dei fusibili autotripistanti consente di ridurre i consumi e di conseguenza anche di contenere l'inquinamento luminoso.

D

Controllare e monitorare il funzionamento degli impianti a distanza.

La configurazione del sistema di telecontrollo si appoggia su un trasmettitore GSM bidirezionale che in caso di guasto generale dell'intero impianto invia un messaggio SMS al Pc dell' ufficio sede e d ai cellulari di due tecnici.

In questo modo è possibile tenere costantemente sotto controllo il funzionamento dell'impianto ed in caso di guasto intervenire immediatamente offrendo così, a costi contenuti, un ottimo servizio.

Se non venisse utilizzato il sistema di telecontrollo gli utenti sarebbero costretti a telefonare per una sollecita riparazione o in caso contrario attendere fino al passaggio periodico programmato.

Premettiamo che questo tipo di controllo lo abbiamo già collaudato da diversi anni negli impianti del Comune di Gorizia, Monfalcone con ottimi risultati gestionali.

CARATTERISTICHE TECNICHE TRASMETTITORE GSM BIDIREZIONALE:

- display 2x16 caratteri a bordo macchina
- 4 messaggi vocali registrabili x totali 120 secondi
- 1 messaggio vocale guida
- 4 messaggi SMS programmabili
- 6 messaggi SMS tecnici residenti
- 64 numeri telefonici associati ai messaggi
- Gestione bidirezionale GSM con modulo interno
- 2 uscite comandabili chiamando dall'esterno
- Possibilità di controllo dello stato delle 2 uscite
- Visualizzazione di campo GSM
- Avviso di scadenza SIM
- Segnalazione di assenza campo/linea telefonica
- Chiamata periodica di esistenza in vita

- Ascolto locale del credito residuo SIM
- Funzione bypass dei centralini telefonici
- Avviso di assenza alimentazione e/o rete elettrica
- Accesso con codice utente – codice installatore
- Cambio numeri telefonici a distanza via SMS
- Orologio-data e memoria storica degli ultimi 50 eventi
- Gestione del codice PIN
- Libera programmazione polarità ingressi di comando
- Alimentazione 8-12 V oppure 10-15 V
- Possibilità di alimentazione 230 V AC
- Assorbimento di corrente in stand-by 48mA
- Autonomia con batteria 6V 1,2 Ah pari a 20 h

E

Utilizzare il tipo di interruttore differenziale a riarmo automatico

Al fine di ridurre i costi di risoluzione dei guasti dovuti a fenomeni transitori, gli impianti verranno dotati di interruttore differenziale a riarmo automatico. Il differenziale interviene su un guasto verso terra, dopo circa 60 secondi, verifica se il guasto è ancora presente oppure se è scomparso. Nel caso sia ancora presente, esegue ancora 2 volte il ciclo di controllo e, successivamente, disattiva definitivamente l'impianto; in caso contrario, procede reinserendo l'alimentazione di linea.

Se il guasto persiste il sistema di tele gestione invia un messaggio al PC dell'ufficio sede ed ai cellulari dei tecnici.

F**Utilizzare moduli elettronici con fusibili autoripristinanti**

La protezione delle linee secondarie alimentate alla tensione di 15 V verranno protette dai cortocircuiti mediante l'utilizzo di moduli elettronici gestiti da un microprocessore con fusibili autoripristinanti che sono in grado di ripristinare automaticamente l'operatività non appena un guasto venga rimosso. Un guasto permanente non crea problemi al resto dell'impianto, solamente la sezione interessata all'anomalia viene staccata.

Questo sistema è stato studiato appositamente per l'impiantistica cimiteriale ed è coperto da brevetto.

Attualmente è in uso da diversi anni negli impianti dei cimiteri del comune di Gorizia e di Codroipo

G**Impiego della tecnologia a fibre ottiche****SISTEMI PER L'ILLUMINAZIONE VOTIVA CIMITERIALE A FIBRE OTTICHE SINTETICHE**

Un nuovo sistema di illuminazione votiva consiste nell'utilizzare le fibre ottiche sintetiche per trasportare luce e non più energia come i tradizionali sistemi.

1. Alla base di questo innovativo sistema di illuminazione, c'è la sapiente integrazione di due avanzate tecnologie, le lampade led e la fibra sintetica. Di fatto l'illuminazione parte da un'unica fonte luminosa, composta da lampade a led, e convogliata attraverso le fibre ad un numero di 40 di punti

Relazione tecnica votivo

luce posti a distanze anche differenti dalla fonte principale. Consideriamo che le lampade tradizionali hanno un consumo energetico di 1,5 W, mentre ognuna delle lampade led ha un consumo di circa 8 W ripartito tra 40 punti luce che è in grado di produrre attraverso le fibre, otteniamo un consumo energetico per punto luminoso pari a 0,20 W. Questo fa sì che possiamo ottenere un risparmio massimo in termini di energia consumata pari al 15%.

2. L'impianto per come è strutturato non prevede sostituzioni di porta lampade o lampadine, riducendo così di fatto i tempi ed il costo per la manutenzione ordinaria. Inoltre, le tecnologie adottate permettono una durata dell'intero apparato di 25 volte rispetto le lampadine ad incandescenza.

3. Prendiamo come esempio un cimitero con 25.000 luci votive, con il sistema a fibre ottiche basterebbero 25 punti con un rapporto di 1/40. Prendendo in considerazione anche le ore di durata, le lampade normali hanno un'autonomia di 2.000 ore contro le 50.000 ore di quelle a led con un rapporto di 1/25. Il fattore di convenienza ricavato con durate minime è $40 \cdot 25 = 1.000$ volte. Inoltre questa applicazione non permette sbilanci energetici causati dal "fai da te", dove l'utente sostituisce la lampadina con una potenza che più gli aggrada. Inoltre, l'assenza di alimentazione nelle lampade, garantisce un'alto grado di sicurezza.

4. E' possibile monitorare in tempo reale il funzionamento dell'intero apparato di illuminazione specifico di uno o più cimiteri. In questo modo è possibile comunicare il tipo di disfunzione e le coordinate delle parti interessate per la loro locazione.

5. Grazie all'utilizzo di fibre ottiche sintetiche, l'alimentazione elettrica serve solo i corpi macchina generanti l'illuminazione, con la conseguente eliminazione di tutti i fili elettrici impiegati nei normali sistemi tradizionali per l'alimentazione delle luci votive. Questa tecnologia fa scomparire quasi tutto l'enorme campo magnetico generato dai sistemi tradizionali di illuminazione, gravemente nocivo alla nostra salute.

6. Questo impianto riduce in media di 1.000 volte la quantità di lampade esauste, e di conseguenza i rifiuti prodotti. Attualmente 100.000 lampade esauste ad incandescenza producono circa 1mc di

Relazione tecnica votivo

rifiuti che con gli impianti a fibre ottiche passerebbero a 8dmc. Diminuirebbero di fatto i volumi prodotti e i relativi costi di smaltimento.

Questo sistema d'impianto può essere realizzato solamente nei loculi/ossari di nuova realizzazione in quanto bisogna predisporre i tubi delle cassette di derivazione ai diversi loculi in fase di costruzione dei manufatti. Premettiamo che attualmente la tecnologia riguardo l'utilizzo delle fibre ottiche per l'illuminazione votiva non ha raggiunto ancora un livello soddisfacente in quanto la luminosità per singolo punto luce è parecchio inferiore rispetto ad un impianto con lampade a led o tradizionali ad incandescenza ed anche il colore rosso che viene emesso non ha trovato riscontro.

Rimaniamo comunque aperti a questo innovativo sistema ed in futuro non è detto che possa essere preso in considerazione e utilizzato.

1. PRESCRIZIONI TECNICHE PER LA COSTRUZIONE DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE VOTIVA ENERGETICAMENTE EFFICIENTI

1.1 - Generalità

Gli impianti elettrici dei cimiteri non sono soggetti a norme particolari, si applica la norma generale CEI 64-8.

L'impianto elettrico di un cimitero è costituito, in genere, dall'illuminazione votiva dei loculi, degli ossari, delle tombe singole, dalle tombe di famiglia in terra e dalle cappelle funerarie (attualmente i cimiteri di Sagrado e Poggio Terza Armata sono sprovvisti di loculi ed ossari ma in questa relazione vengono ugualmente presi in considerazione in quanto in futuro potrebbero venire realizzati) La presente relazione tecnica ha il solo scopo di illustrare l'impianto di illuminazione votiva alimentato a 15 V sistema SELV.

1.2- Allacciamento lampade votive

Non esistono norme specifiche che trattano la costruzione dell'impianto di illuminazione nei monumenti funerari; in ogni caso è bene considerare il fattore estetico cercando di eseguire gli allacciamenti seguendo dei percorsi il più possibile nascosti ed interni al monumento.

Facciamo presente che anche nella bozza di convenzione è inserito un articolo che descrive in maniera esaustiva anche l'aspetto tecnico-costruttivo su come devono essere realizzati gli impianti di illuminazione votiva, specialmente per quanto riguarda la parte di impianto appartenente al circuito SELV nelle parti di cimitero che verranno realizzate in futuro, salvo eventuali nuove soluzioni tecnologiche, approvate dall'Amministrazione Comunale, che comportino un risparmio energetico a parità di qualità del servizio.

1.2.1 TOMBE A TERRA SINGOLE E TOMBE DI FAMIGLIA

La parte d'impianto alimentato a bassissima tensione di sicurezza nelle tombe a terra, come illustrato sulle tavole di progetto allegate, dovrà essere costruito come segue:

a) con cavi tipo FG7OR per le linee dorsali, posati in cavidotti, mentre le connessioni verranno effettuate mediante connettori a compressione (crimpatura) o stagnate.

b) con cavi speciali marchiati USO SISTEMA SELV per le linee secondarie e le derivazioni terminali, posati direttamente interrati, mentre le connessioni tra la linea secondaria e la derivazione terminale dovranno assolutamente essere stagnate a regola d'arte e con isolamento ripristinato mediante collante T1 e nastro in PVC

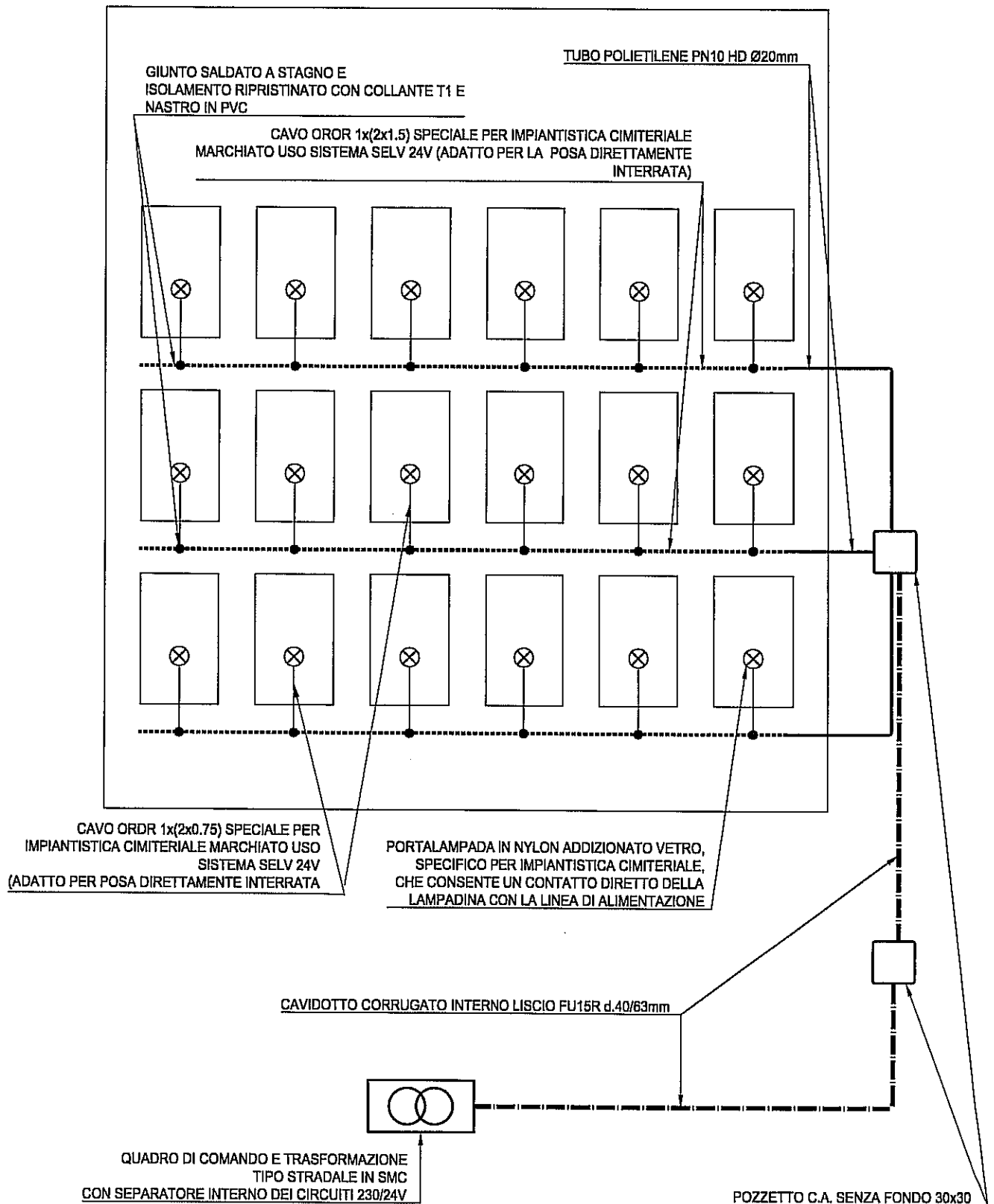
Ai fini della durata nel tempo, i cavi devono essere del tipo FG7OR o del tipo speciale per impianti cimiteriali, marchiati - USO SISTEMA SELV 24V (per posa interrata); detti tipi di cavo devono essere utilizzati anche per le derivazioni all'interno della tomba; nei casi con particolari problemi di foratura o rimozione del tombale è consigliato e sufficiente portare il nuovo cavetto di lunghezza non inferiore a 2,6 mt fino dietro la testata e collegarlo mediante giunto stagnato al cavo esistente, previo prova di isolamento. Nella realizzazione dell'impianto sulle tombe a terra bisogna curare particolarmente l'aspetto estetico, non sono ammessi cavi fissati a vista sul monumento. Nelle tombe di famiglia perimetrali la derivazione terminale da collegare alla linea secondaria realizzata in laboratorio deve avere una lunghezza di .0.5 mt in quanto, considerata la diversa tipologia dimensionale delle tombe, il cavetto di collegamento alla lampada votiva verrà posato sul posto all'atto dei lavori di ristrutturazione dell'impianto.

I portalampada da utilizzare devono 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 (vedi tavola tecnica allegata). Ai fini della durata, non è ammesso installare portalampada del tipo per uso civile e posa all'interno, con parti metalliche in ferro zincato, in ogni caso la linea di alimentazione deve essere collegata al portalampada mediante connettore a compressione, saldatura a stagno o direttamente innestata, come nel caso previsto nei portalampada specifici per uso cimiteriale.

Le lampade da utilizzare devono essere del tipo a led con tensione di alimentazione max 25 V. potenza max 0.3 W, colore ambra, durata non inferiore a 85.000 ore e flusso luminoso omnidirezionale

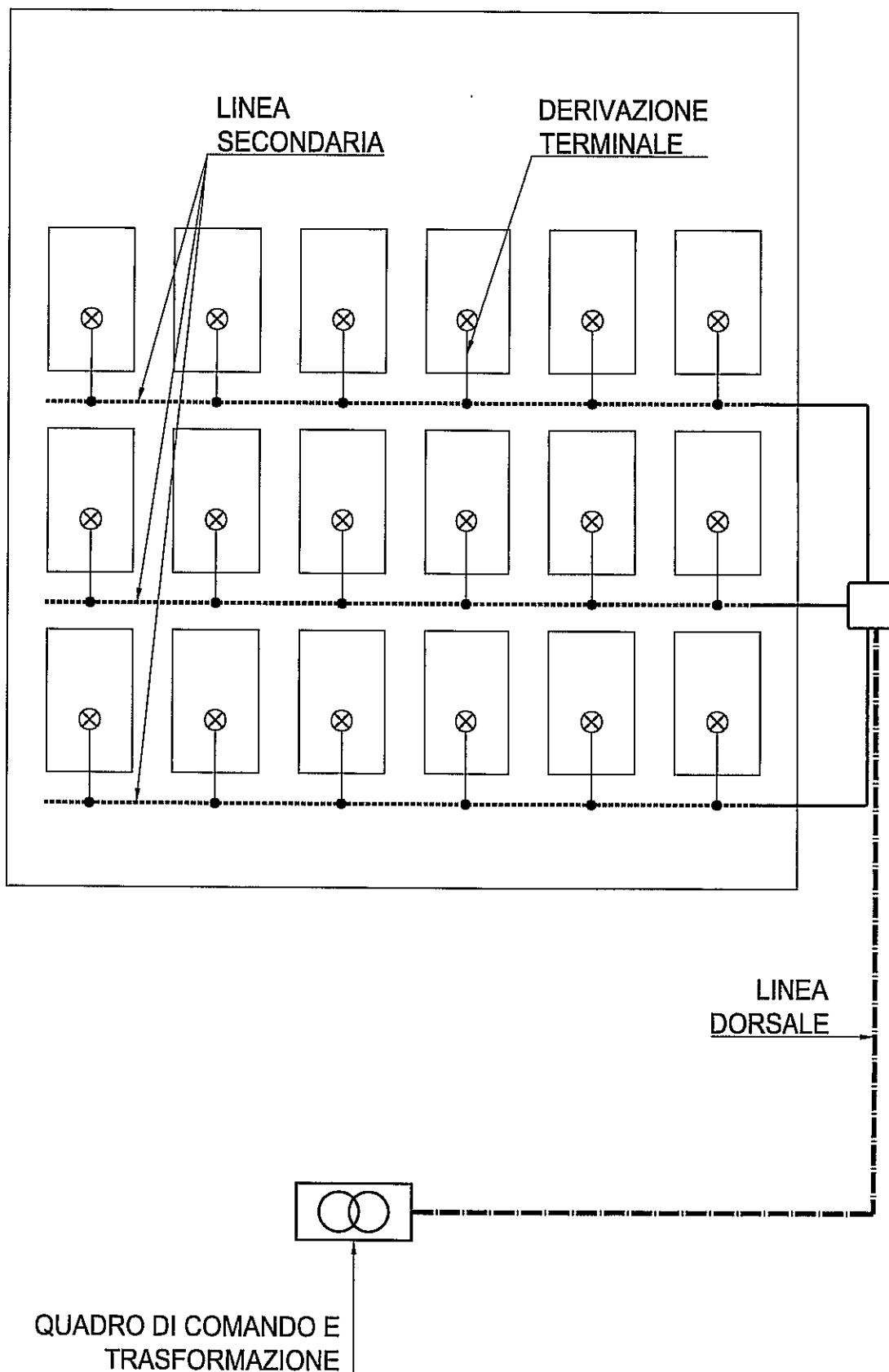
Per i dettagli costruttivi si veda Specifiche tecniche materiali impianto 15 V sistema SELV

PARTICOLARI COSTRUTTIVI DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE VOTIVA NELLE TOMBE A TERRA



LA MARCA E IL TIPO DI APARECCHIATURE / MATERIALI SONO FORNITI SOLO A TITOLO INDICATIVO. LA DITTA POTRA' PROPORRE ANCHE APPARECCHIATURE / MATERIALI EQUIVALENTI A QUELLI INDICATI

PARTICOLARI COSTRUTTIVI DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE VOTIVA NELLE TOMBE A TERRA



1.2.2 LOCULI ED OSSARI

La parte d'impianto a bassissima tensione di sicurezza nei loculi e negli ossari deve essere costruito utilizzando cavi specifici per impiantistica cimiteriale , marchiati USO SISTEMA SELV , o con cavo A07VVH2-U o con cavo tipo NO7V-K qualora posato all'interno di tubo corrugato annegato nel cemento, mentre i giunti fra la linea secondaria e le derivazioni terminali possono essere eseguite con morsetti , con connettori a compressione o saldati a stagno..

Portalampada e lampade come per le tombe a terra

Per i dettagli costruttivi si veda Particolari costruttivi impianto a 15 V sistema SELV Ident. N 15

1.2.3 CAPPELLE DI FAMIGLIA

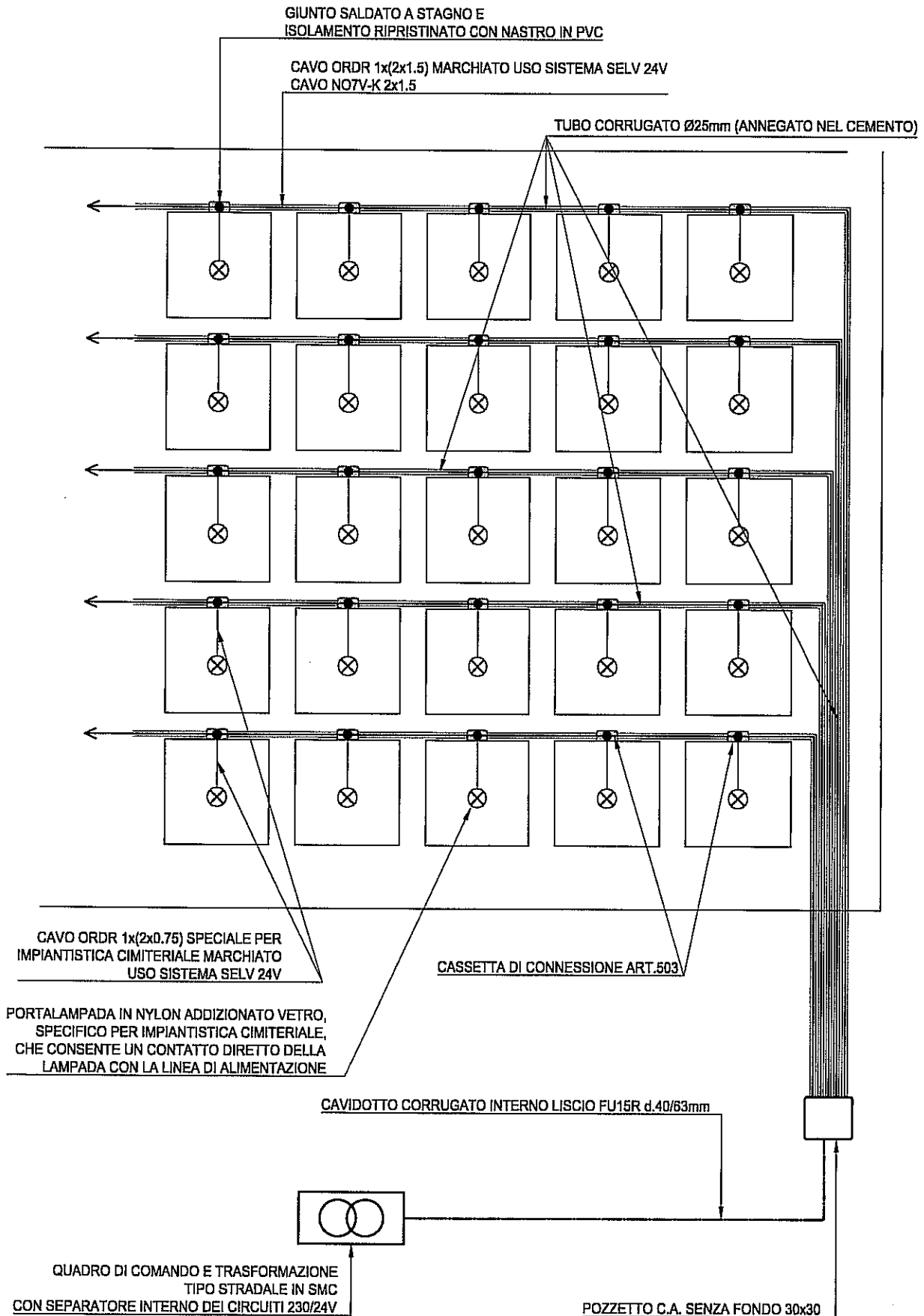
La parte d'impianto a bassissima tensione di sicurezza nelle cappelle di famiglia deve essere costruito utilizzando gli stessi materiali impiegati nella costruzione degli impianti nei loculi, prestando particolare attenzione al fattore estetico, e quindi evitando assolutamente di fissare i cavi a vista e usando portalampada che consentano di posizionare la lampada al centro della fiamma in vetro.

In caso di nuove realizzazioni di cappelle di famiglia bisogna predisporre un tubo corrugato diametro 20 mm annegato nel getto di cemento, dal punto luce fino al pozzetto di collegamento esterno.

In casi particolari dove è impossibile mettere i cavi internati bisogna utilizzare cavi ad isolamento minerale, scatole di connessione in metallo (ottone) e sistemi di fissaggio specifici.

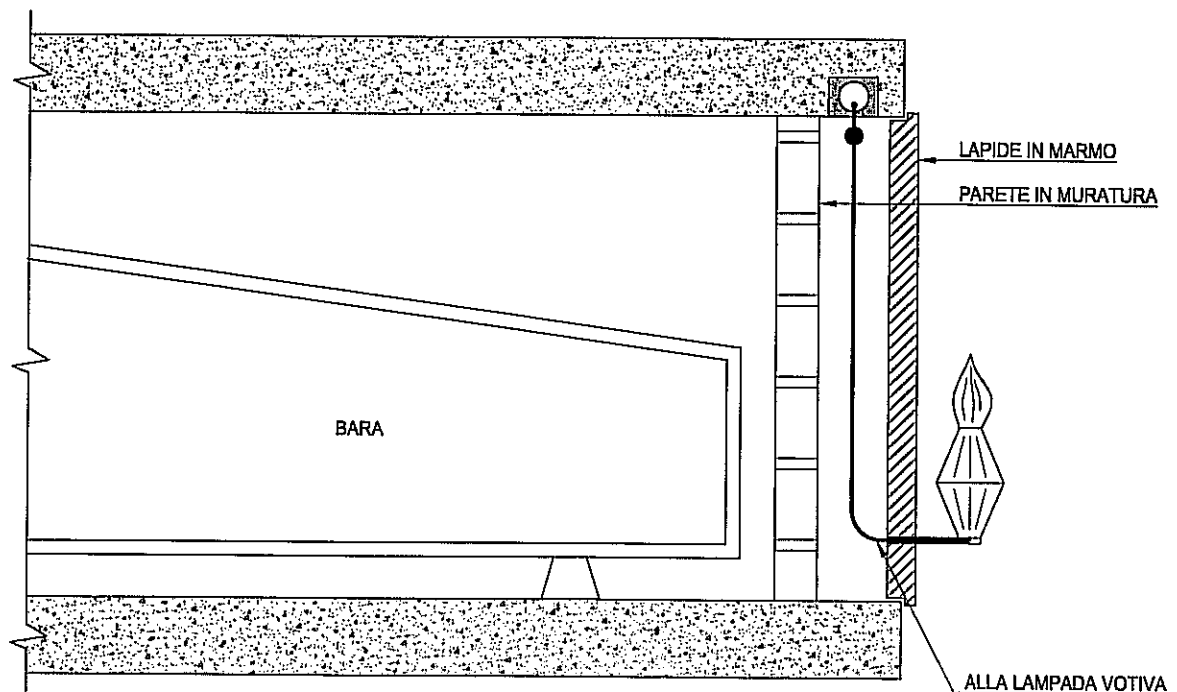
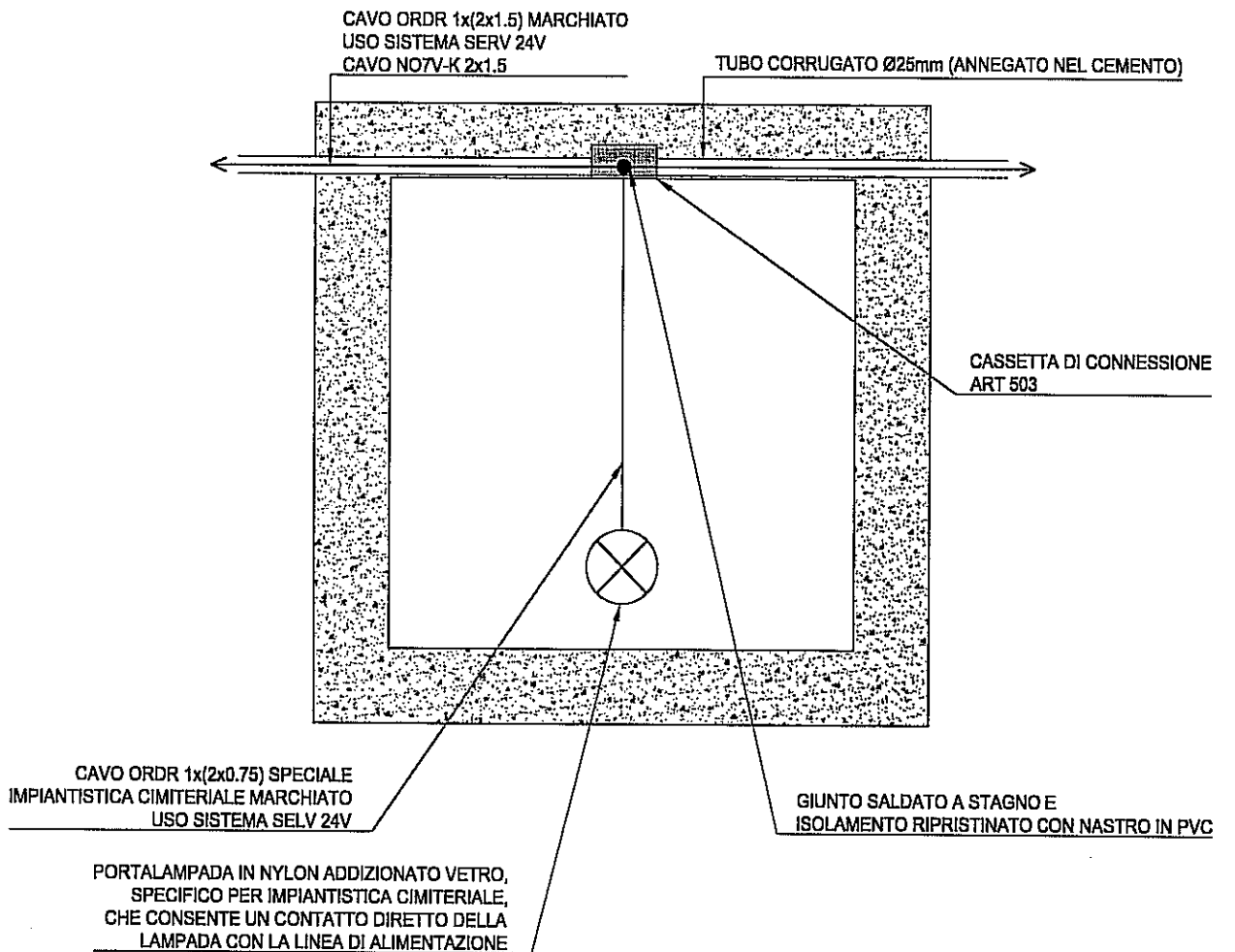
Portalampada e lampade come per le tombe a terra.

PARTICOLARI COSTRUTTIVI DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE VOTIVA NEI LOCULI DI FUTURA REALIZZAZIONE



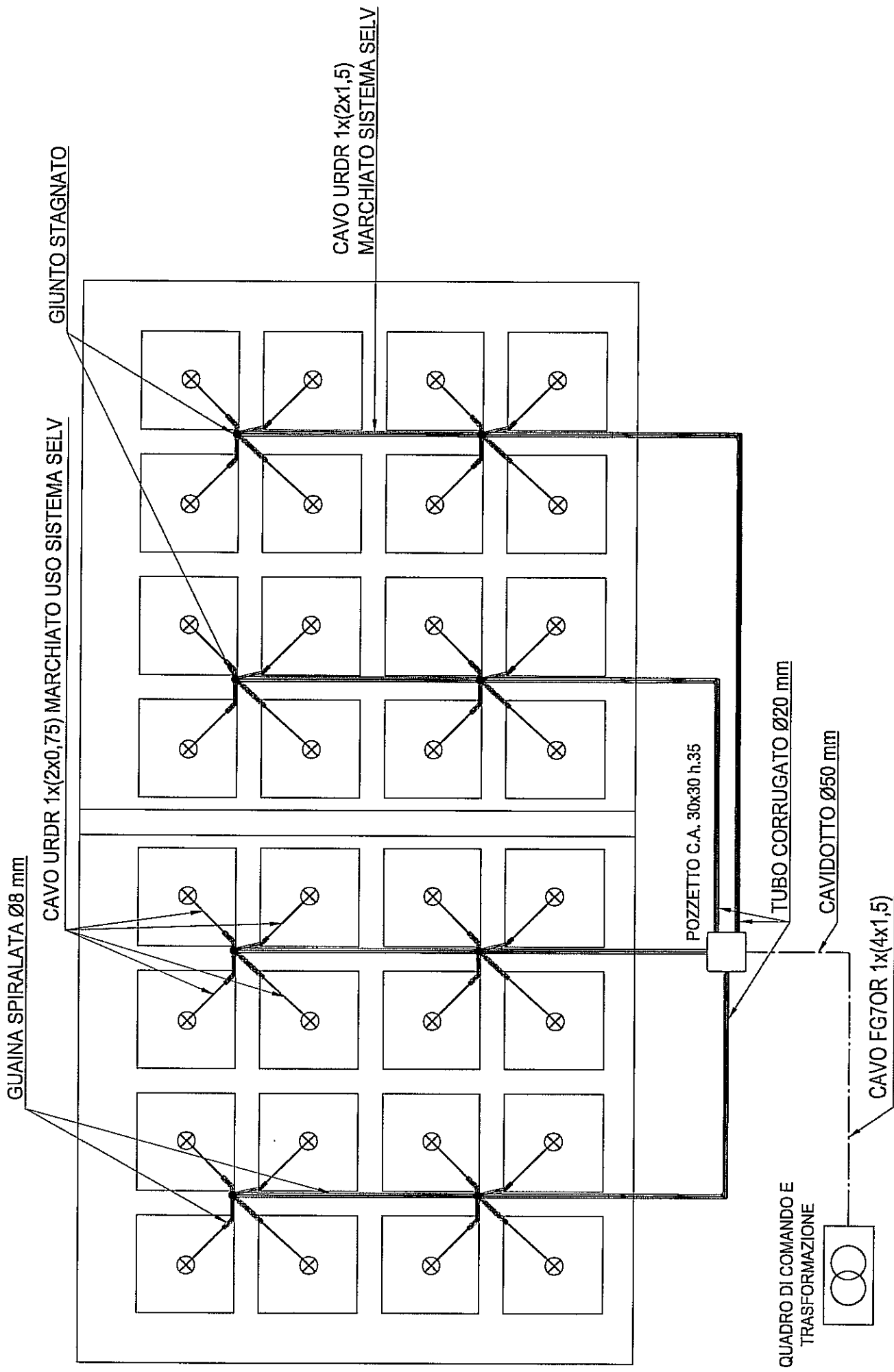
LA MARCA E IL TIPO DI APARECCHIATURE / MATERIALI SONO FORNITI SOLO A TITOLO INDICATIVO.
LA DITTA POTRA' PROPORRE ANCHE APPARECCHIATURE / MATERIALI EQUIVALENTI A QUELLI INDICATI

PARTICOLARI COSTRUTTIVI DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE VOTIVA NEI LOCULI DI FUTURA REALIZZAZIONE

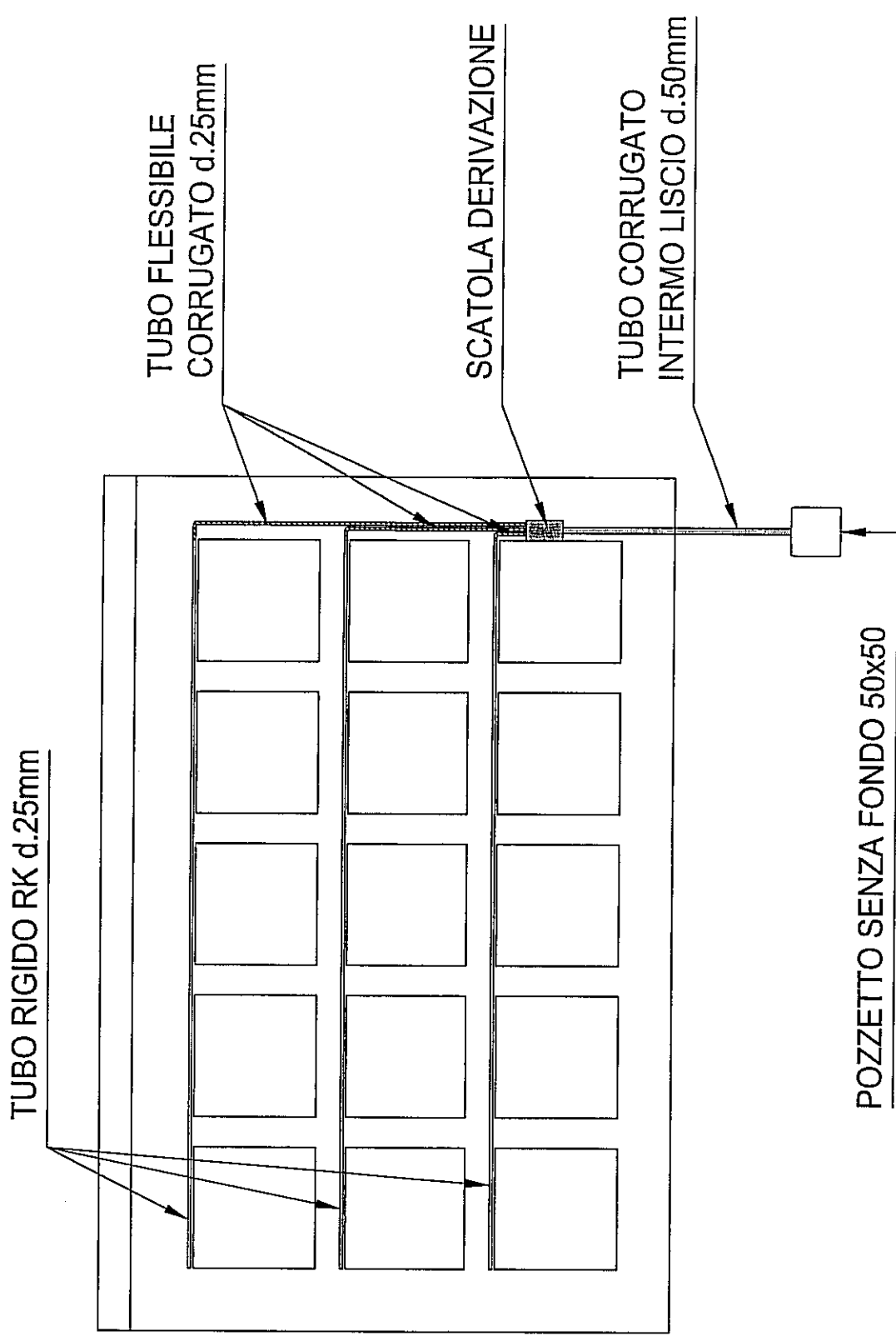


LA MARCA E IL TIPO DI APARECCHIATURE / MATERIALI SONO FORNITI SOLO A TITOLO INDICATIVO.
LA DITTA POTRA' PROPORRE ANCHE APPARECCHIATURE / MATERIALI EQUIVALENTI A QUELLI INDICATI

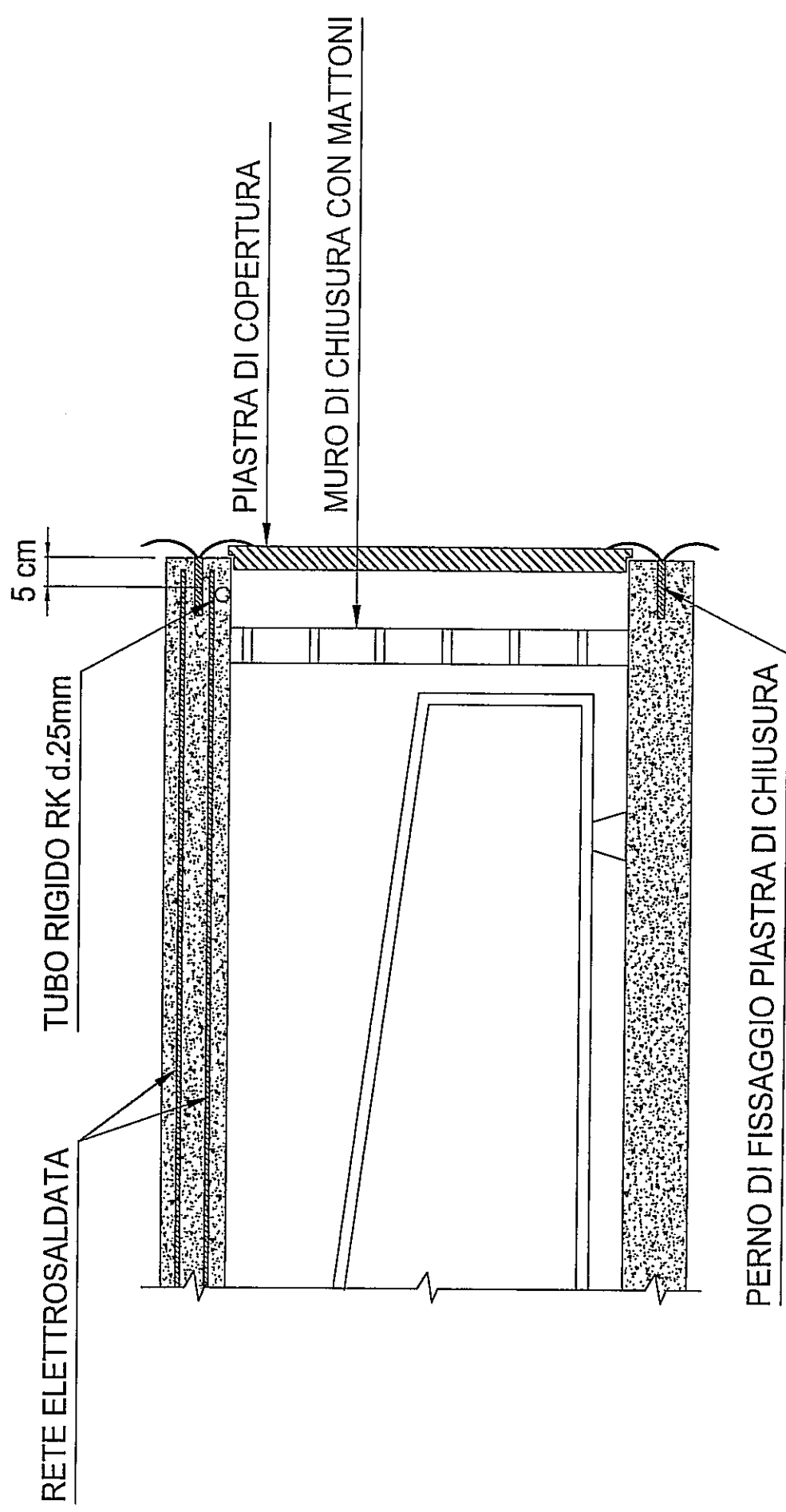
IMPIANTO ILLUMINAZIONE VOTIVA NEI LOCULI TIPO PREFABBRICATO



TUBI E TIPOLOGIA DI POSA PER LA PREDISPOSIZIONE DELL'IMPIANTO
ELETTRICO VOTIVO NEI LOCULI REALIZZATI CON GLI STAMPI IN POLISTIROLO



TUBI E TIPOLOGIA DI POSA PER LA PREDISPOSIZIONE DELL'IMPIANTO
ELETTRICO VOTIVO NEI LOCULI REALIZZATI CON GLI STAMPI IN POLISTIROLO



1.3 - Tubazioni, pozzetti e scatole di connessione

In riferimento alla Norma 64-8 (5.2.02) verranno utilizzate canalizzazioni distinte per i due tipi di circuiti a 230 V e 15 V.

Cavidotti interrati

Fornitura e posa in opera di tubazioni in polietilene rigido del tipo Alta Densità PIN 12 , per la distribuzione generale e alle singole file di tombe a terra.

Fornitura e posa in opera di tubazioni passacavi in polietilene corrugato di colore rosso con diametro minimo di 40 mm. per la distribuzione generale.

Il diametro interno del tubo deve 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.

Tubi a vista e sottointonaco

I tubi per posa sottointonaco o a pavimento devono essere in PVC corrugato flessibile autoestinguente serie pesante a Norma C.E.I. 23.14.

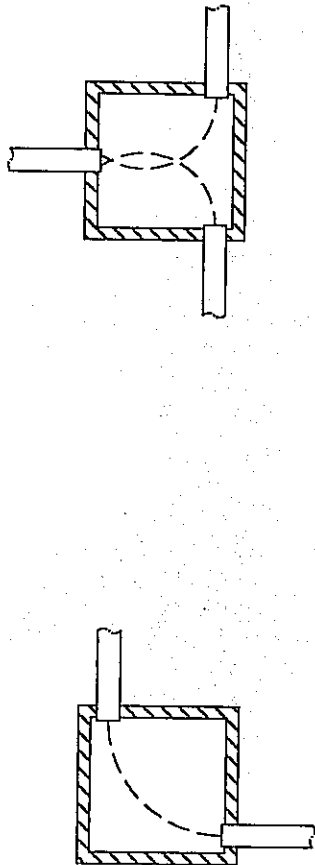
I tubi per posa a vista devono essere in PVC rigido autoestinguente serie pesante a Norma C.E.I. 23.8; le cassette di derivazione devono essere del tipo per posa a vista in polimero con pareti lisce e coperchio grigio.

La parte d'impianto appartenente al sistema SELV, può essere dotata di scatole di derivazione con specifiche caratteristiche curando particolarmente il fattore estetico e la scelta del materiale per garantirne una lunga durata. E' ammesso l'uso di particolari tipi di tubo, con dimensioni ridotte (diametro 6 mm.) prodotti appositamente e profili passacavo in alluminio che non devono assolutamente essere collegate all'impianto di terra.

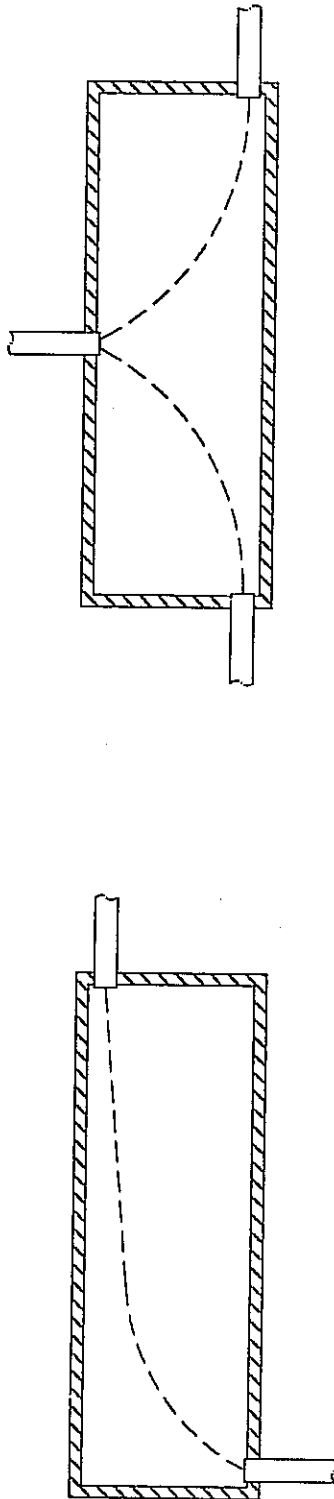
Fornitura e posa in opera di pozzetti di derivazione in c.a. di dimensioni 30x30, 40x40 e 50x50 completi di chiusino in ghisa in numero tale da rendere facilmente sfilabili le condutture (vedi schema unifilare).

INGRESSO DEI CAVIDOTTI NEI POZZETTI

DD5



NOTE: -NEI CAMBIAMENTI DI DIREZIONE LA DISPOSIZIONE DELLE TUBAZIONI E LE DIMENSIONI DEL POZZETTO DEVONO ESSERE TALI DA RISPETTARE IL RAGGIO MINIMO DI CURVATURA DEI CAVI.



1.4 - Linee di alimentazione

Le linee di alimentazione vengono dimensionate in modo tale che la **caduta di tensione massima non sia superiore al 2% per le linee dorsali, al 4% per le linee secondarie e al 0,75% per le derivazioni terminali.**

Per il calcolo della caduta di tensione viene utilizzata la formula:

$$S = \frac{2 * l * I * \cos\phi}{K * \Delta V\% * V} * 100$$

S sezione del cavo
I corrente in Amper
l lunghezza della linea
P potenza in Watt
K coefficiente di conducibilità (rame 56)
 $\Delta V\%$ caduta di tensione percentuale considerata
V tensione in Volt monofase
Cosy fattore di potenza

Il grado di isolamento deve assicurare la protezione contro i contatti diretti ed indiretti.

Tutte le linee elettriche verranno posate con un'opportuna ricchezza, che verrà collocata all'interno dei pozzetti, in maniera tale da evitare sollecitazioni meccaniche ai cavi dovuti a strappi o assestamenti.

I cavi utilizzati per le linee dorsali vengono realizzati con cavo tipo FG7OR 06/1KV mentre per le linee secondarie e per le derivazioni terminali vengono utilizzati i cavi speciali Marchiati uso sistema SELV 24 V opportunamente costruiti per essere utilizzati negli impianti di illuminazione votiva cimiteriale.

L'impianto di illuminazione votiva è da ritenersi del tipo di segnalamento e perciò la sezione minima dei cavi è di 0,5 mmq (Norma 64-8/5 524.1). E' consigliabile usare cavi con sezione minima di 0,75 mmq al fine di avere una buona resistenza meccanica.

L'impianto di alimentazione nei campi a terra verrà direttamente interrato e le giunzioni tra la linea principale e la derivazione secondaria alla tomba, dovranno essere saldate (senza l'impiego di acidi) e con isolamento ripristinato mediante collante T1 Celbo e nastro in PVC. (Norma 64-8 3.1.04 e Norma 11 - 11 4.2.14). Nei vialetti particolarmente stretti è consigliabile usare delle mattonelle in cemento per indicare il percorso dei cavi e il punto di giunzione tra la linea principale e la derivazione terminale alla singola lampada votiva.

Ricordiamo che negli impianti SELV con tensione non superiore a 25 V la protezione contro i contatti diretti ed indiretti si ritiene sempre assicurata. (Norma 64.8/4 411.1.4.3).

L'impianto è stato progettato cercando di suddividere le utenze in parecchi circuiti, ognuno alimentato da un trasformatore e opportunamente protetto.

Questo da un lato ha comportato l'impiego di un numero superiore di trasformatori rispetto a quelli necessari nel caso in cui si avesse previsto macchine di grossa taglia; tuttavia questa scelta ha il grosso vantaggio di ridurre al minimo i disagi e i disservizi causati da un eventuale fuori servizio di una macchina.

I trasformatori sono stati scelti in maniera tale che la taglia della macchina sia almeno del 20% superiore al carico massimo previsto; in tal modo la macchina, tolte le perdite, è comunque sovradimensionata e dunque soggetta a limitate sollecitazioni termiche ed elettrodinamiche. In tal modo la vita dei trasformatori aumenta sensibilmente.

Val la pena ricordare che l'impianto è stato progettato pensando di allacciare il 100% delle utenze presenti all'interno del Cimitero, ipotesi probabilmente poco realistica, ma che ci ha consentito di ideare un impianto che potrà negli anni far fronte a tutti i carichi che si realizzeranno

2 MISURE DI PREVENZIONE E DI SICUREZZA ADOTTATE

2.1 - Protezione differenziale

Nei quadri generali sono stati installati interruttori differenziali con soglia di intervento di 300mA e del tipo a riarmo automatico.

2.2 - Protezione contro i corto circuiti

I circuiti sono protetti contro i corti circuiti ad eccezione di:

- tratti di conduttori di lunghezza non superiore a 3 m realizzati con doppio isolamento in modo da evitare la possibilità di c.to c.to

La protezione contro i corto circuiti sarà affidata secondo le prescrizioni del progetto a relè magnetici.

Essi dovranno sopportare le correnti di corto circuito nel punto del circuito in cui sono installati ed essere in grado di interrompere la corrente senza danni, quindi dovranno avere potere di interruzione adeguato.

Si riterranno valide le informazioni fornite dal costruttore degli interruttori per la verifica del potere di interruzione, salvo la possibilità di richiedere i relativi certificati di collaudo.

La corrente di corto circuito (I_{cc}) nel punto di installazione dell'interruttore sarà quella permanente calcolata con le usuali formule dell'elettrotecnica, ritenendo trascurabile l'effetto delle reazioni transitorie, e quindi delle componenti unidirezionali, ai fini delle sollecitazioni termiche.

Il valore minimo della corrente di corto circuito (I_{ccm}) sarà quello tra la fase e il neutro per linee monofasi o trifasi con neutro.

Dopo aver stabilito il valore minimo della corrente di corto circuito, si potrà verificare, mediante le curve caratteristiche del dispositivo di protezione, che esso provochi l'intervento entro 5 secondi; in caso contrario dovrà aumentare la sezione della conduttura.

2.3 - Protezione contro i sovraccarichi

La protezione contro i sovraccarichi è ottenuta con relè termici che sono in grado di aprire il circuito entro i tempi previsti e di sopportare senza danni le correnti di corto circuito. (Norma CEI 64-8). In particolare devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_b < I_n < I_z$$

$$I_f < 1,45 I_z$$

I_b = corrente di impiego della condotta

I_z = portata della condotta;

I_n = corrente nominale del dispositivo di protezione

I_f = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione

A - Per i fusibili, essendo $I_f = 1,6 I_n$, le condizioni sono soddisfatte per $I_b < I_n < 0,906 I_z$

B - Per apparecchi automatici a Norma CEI 23-3, essendo $I_f = 1,45 I_n$, le condizioni sono

soddisfatte per $I_b < I_n < I_z$

Nelle verifiche delle protezioni dai corto circuiti delle condutture, si terrà conto della sezione più piccola delle condutture a valle del dispositivo di protezione.

2.4 – Coordinamento delle protezioni

Le protezioni di massima corrente in serie devono intervenire al fine di assicurare la selettività e provocare l'apertura delle sole parti di impianto soggette a guasti.

La verifica di tenuta dei conduttori all'impulso termico sarà fatta verificando la formula:

$$I^2t < K^2 S^2$$

dove:

S è la sezione del conduttore in mmq

I è la corrente di corto circuito in Ampere

t è il tempo di intervento del dispositivo di protezione in secondi (< 5 sec)

I^2t è il risultato dell'integrale di Joule per la durata del corto circuito lasciato transitare dall'interruttore

k = 115 per conduttori in rame isolati in PVC

k = 135 per conduttori in rame isolati in gomma

L'integrale di Joule sarà rilevato dalle curve caratteristiche dell'interruttore, per i valori minimo (Iccm) e massimo (Iccm) della corrente di corto circuito.

In mancanza di queste curve caratteristiche, nel calcolo dell'integrale di Joule sarà considerato per "t" il tempo di intervento dell'interruttore corrispondente alle correnti di corto circuito.

Nelle verifiche delle protezioni dai sovraccarichi delle condutture, si terrà conto della sezione più piccola delle condutture a valle del dispositivo di protezione.

2.5 - Protezione contro i contatti diretti

Per contatto diretto si intende il contatto con parti attive. Attiva è ogni parte conduttrice in tensione nel servizio ordinario, compreso il conduttore di neutro, ma escluso per convenzione il conduttore PEN.

Ai fini della protezione contro i contatti diretti si utilizza l'isolamento principale. Il materiale isolante deve ricoprire completamente le parti attive ed essere rimovibile solo mediante distruzione. Il materiale isolante deve essere adeguato alla tensione nominale e verso terra del sistema elettrico, deve resistere alle sollecitazioni meccaniche (urti, vibrazioni), agli sforzi elettrodinamici e termici, alle alterazioni chimiche (dovute all'ossigeno, all'ozono, alle radiazioni ultraviolette, ecc.) cui può essere esposto durante l'esercizio.

Vernici, lacche, smalti e simili non sono in genere da considerare atti ad assicurare un isolamento idoneo ai fini della protezione contro i contatti diretti; tali materiali, normalmente usati ai fini dell'isolamento funzionale, non sono accettabili per l'isolamento principale.

Le misure di protezione contro i contatti diretti in bassa tensione possono essere totali o parziali.

- Le misure di protezione totali sono destinate alla protezione delle persone non addestrate ai fini elettrici e vengono applicate in luoghi ordinali. Le misure di protezione parziali sono adibite alla protezione delle persone elettricamente addestrate (qualificate) e vengono applicate nei luoghi dove hanno accesso soltanto queste persone (officine elettriche).
- Le misure di protezione totali sono costituite dall'isolamento e dagli involucri o barriere.

L'involucro è un elemento che assicura la protezione contro i contatti diretti in ogni direzione, mentre la barriera è un elemento che assicura un determinato grado di protezione contro i contatti diretti nella direzione abituale di accesso.

Ricordiamo che il grado di protezione di un involucro, o barriera, è identificato dalle lettere IP

seguite da due cifre: la prima cifra indica il grado di protezione contro la penetrazione di corpi

estranei, la seconda cifra indica il grado di protezione contro i liquidi.

In linea generale, diciamo che il grado di protezione IP2X è sufficiente in ogni caso a garantire la protezione contro i contatti diretti.

La Norma CEI64-8 impone che le barriere e gli involucri siano saldamente fissati.

L'involucro, o barriera, può essere rimovibile tramite l'uso di chiave, purché la chiave sia in possesso solo di personale elettricamente addestrato. Ne consegue che la semplice chiusura a chiave non è accettabile laddove non sia disponibile personale elettricamente addestrato, come ad esempio negli edifici civili, ecc.

Il personale addestrato, che abbia avuto accesso a parti attive, deve di regola sezionare il circuito prima di intervenire su parti attive o nelle loro vicinanze. In casi di riconosciuta necessità è ammesso eseguire lavori su parti in tensione, purché l'ordine sia dato dal capo responsabile (Appendice n.2, DPR 547/55 art. 344).

Nei lavori su parti in tensione, l'operatore deve indossare:

- guanti isolanti, visiera di protezione, elmetto dielettrico;
- vestiario che copre il tronco e gli arti superiori e inferiori (CEI11-27).

Nei locali dove sono ammesse soltanto persone addestrate, officine elettriche, ecc, la protezione contro i contatti diretti può essere parziale mediante ostacoli.

L'ostacolo è per definizione un elemento inteso a prevenire un contatto diretto involontario con le parti attive, ma non a impedire il contatto diretto intenzionale. L'ostacolo, al contrario dell'involucro, o barriera, non assicura quindi una protezione totale, ma parziale. L'ostacolo non ha un grado di protezione minimo, poiché previene il contatto diretto involontario, cioè accidentale.

Le misure di protezione contro i contatti diretti indicate precedentemente tendono ad evitare il contatto diretto (protezione passiva).

Se tuttavia avviene un contatto diretto, per imprudenza dell'utente o perché viene meno la protezione passiva, la corrente che attraversa il corpo umano non è di certo sufficiente per provocare l'intervento dei dispositivi di protezione a massima corrente.

L'unico dispositivo di protezione che può intervenire, in casi del genere, è l'interruttore differenziale. Vengono a tal fine denominati ad alta sensibilità gli interruttori differenziali con

corrente nominale differenziale d'intervento I_{dn} non superiore a 30 mA. Questo valore di corrente

non corrisponde a quello che il corpo umano può sopportare per un tempo indefinito, ma rappresenta un compromesso tra esigenze di protezione delle persone e di servizio dell'impianto.

2.6 - Protezione contro i contatti indiretti

Nel caso di contatto di una persona con una massa si parla di contatto indiretto, ad esempio la carcassa di un motore, o con una parte conduttrice connessa con la massa, durante un guasto di isolamento. Con il termine massa si intende una parte conduttrice, facente parte dell'impianto elettrico, che può essere toccata in condizioni ordinarie di isolamento, ma che può andare in tensione in caso di cedimento dell'isolamento principale.

Contro i contatti indiretti, le misure di protezione più comuni sono:

- Collegamento equipotenziale locale non connesso a terra. Un collegamento tra le masse degli apparecchi di classe I, e tra queste e le masse estranee, elimina ogni differenza di potenziale che è causa del pericolo. La presenza del guasto non determina l'intervento delle protezioni. Il pavimento deve essere isolante, oppure conduttore e collegato all'insieme equipotenziale
- Interruzione automatica dell'alimentazione: i dispositivi di protezione del circuito devono intervenire in un tempo tanto più breve quanto maggiore è la tensione sulle masse, secondo una curva limite tensione-tempo compatibile con la protezione del corpo umano;
- Impiego di apparecchi con isolamento doppio o rinforzato: in caso di cedimento dell'isolamento principale la persona è protetta dall'isolamento supplementare. Un apparecchio con isolamento doppio o rinforzato è denominato apparecchio di classe II
- Separazione dei circuiti. L'apparecchio è alimentato da una sorgente autonoma o dalla rete di distribuzione generale tramite un trasformatore che ha il compito di isolare il circuito secondario dagli altri circuiti elettrici e da terra (trasformatore di isolamento).
- Locali isolanti. L'apparecchio è utilizzato in un ambiente isolato da terra e senza masse estranee; il cedimento dell'isolamento principale non è perciò pericoloso per le persone. La protezione risiede nell'ambiente.
- Bassissima tensione di sicurezza. L'apparecchio è alimentato da un sistema elettrico a tensione non superiore ai limiti di sicurezza, e sono presi provvedimenti perché tali limiti non siano superati. Un apparecchio destinato ad essere alimentato a bassissima tensione di sicurezza è denominato apparecchio di classe III;

La protezione attiva, che prevede l'interruzione del circuito in caso di contatto indiretto, si attua mediante la messa a terra; tale protezione è prevista per tutte le parti metalliche soggette a contatto delle persone che per difetto dell'isolamento o per altre cause potrebbero trovarsi in tensione.

Tutte le giunzioni fra le varie parti di un dispersore, nonché quelle fra il dispersore ed il conduttore di terra, dovranno essere tali da sopportare gli sforzi meccanici dovuti ad eventuali assestamenti

del terreno e dovranno avere superficie di contatto adeguate alla corrente di corto circuito dell'impianto.

2.7 - Protezione contro le tensioni di contatto

Nei sistemi TT la protezione dai contatti indiretti viene realizzata verificando la formula $R_a \cdot I_a < 50$ dove:

R_a = somma della resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse [Q]; I_a = corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione [A].

Bisogna collegare a terra tutte le parti metalliche affinché i guasti siano eliminati entro il tempo di 5 secondi interrompendo l'erogazione di energia in modo che non rimanga una tensione di passo o contatto superiore a 50 V.

A tale riguardo se il valore complessivo della resistenza dell'impianto verso terra comporta valori della tensione di passo e di contatto maggiore di 50V dovrà essere adeguato con l'impiego di interruttori differenziali aventi soglia di intervento adatta.

Devono essere protette contro le tensioni di contatto tutte le parti accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori che sono normalmente isolate ma che per cause accidentali potrebbero trovarsi sotto tensione.

2.8 - Impianto di messa a terra

L'impianto di messa a terra è già esistente e se fosse necessario rifarlo è opportuno seguire quanto indicato : dovrà essere realizzato in conformità alle Norme 64-8 e per rendere il sistema efficace al fine della protezione contro i contatti indiretti e soddisfare più facilmente la condizione:

$$R_a I_a < 50$$

R_a = somma della resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse [Q]; I_a = corrente che provoca l'intervento automatico del dispositivo di protezione [A].

Viene prevista l'installazione di interruttori differenziali ad elevata sensibilità con corrente differenziale nominale I_{dn} pari a 30 mA.

La rete dei conduttori di protezione, facente parte degli stessi cavi o installata negli stessi tubi dei conduttori di fase, estesa a tutti gli utilizzatori, tranne a quelli in doppio isolamento (art. 413.2.7 Norma CEI 64-8) e/o alimentati a bassissima tensione di sicurezza (art. 411.1.4.1 Norma CEI 64-8), sarà realizzata con cavi di rame aventi le sezioni previste dalle Norme CEI.

La sezione dei conduttori di protezione, può essere dedotta dalle tabelle seguenti:

Sezione <Sf (mmq) dei conduttori di fase dell'impianto	Sezione minima Spe (mmq) del corrispondente conduttore di protezione
Sf<16	Spe = Sf
16<Sf<35	16
Sf>35	Spe = Sf/2

Se dall'applicazione della tabella precedente risulta una sezione non unificata occorre adottare il conduttore avente sezione unificata in eccesso rispetto al valore calcolato.

I collegamenti equipotenziali principali saranno realizzati con cavo di colorazione giallo/verde avente sezione minima pari a 16 mmq.

Ai conduttori di protezione saranno collegati:

- la carpenteria metallica dei quadri elettrici.
- le masse delle apparecchiature 220 V (escluse quelle in doppio isolamento);
- i poli di terra di tutte le prese a spina.
- le scatole o cassette di derivazione metalliche;
- le tubazioni metalliche relative all'impianto elettrico (ove esistenti);
- le lamiere di copertura dei cunicoli elettrici;
- le canaline e ferri relativi al sostegno;
- i coperchi eventuali di canaline;
- le guaine o schermi metallici dei cavi;
- gli schermi dei trasformatori di sicurezza.

La rete dei conduttori di protezione e dei collegamenti equipotenziali principali e supplementari

faranno capo al collettore principale di terra (o nodo principale di terra).

I fissaggi dovranno essere realizzati utilizzando bulloneria in acciaio inox con diametro minimo di 10 mm.

Le giunzioni dovranno essere realizzate in modo da evitare che tra i materiali interessati si verifichino coppie galvaniche che potrebbero indurre fenomeni corrosivi.

In particolare ogni giunzione dovrà essere realizzata con saldatura forte e con morsetti a bullone oppure giunti a pressione in modo tale da garantire una superficie di contatto di almeno 200 mmq.

La sezione del conduttore di terra CT deve essere calcolata sulla base dei criteri indicati all'art. 543.1 della Norma CEI 64-8. Tale sezione può essere ricavata dalla tabella seguente che indica i valori minimi ammessi;

Caratteristica di posa del conduttore		
	Materiale	Sezione minima (mmq)
Protetto contro la corrosione, ma non meccanicamente	rame	16
	ferro	16
Non protetto contro la corrosione	rame	25
	ferro	50

2.9 - Caduta di tensione

La caduta di tensione sarà mantenuta entro i limiti previsti dalle Norme CEI, utilizzando per il calcolo la formula prevista:

$$S = \frac{2 * l * I * \cos\phi}{K * \Delta V\% * V} * 100$$

- S sezione del cavo
 I corrente in Amper
 l lunghezza della linea
 P potenza in Watt
 K coefficiente di conducibilità (rame 56)
 $\Delta V\%$ caduta di tensione percentuale considerata
 V tensione in Volt monofase
 Cos ϕ fattore di potenza

In particolare, sull'impianto di distribuzione 230 V, sarà garantita una caduta di tensione pari al 4% anche quando sono inseriti tutti gli apparecchi utilizzatori che possono funzionare simultaneamente.

3. PRESCRIZIONI TECNICHE IMPIANTO ALIMENTATO A 230 V.

Tutti i materiali e gli apparecchi impiegati negli impianti elettrici devono essere adatti all'ambiente in cui sono installati e devono avere caratteristiche tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche, o dovute all'umidità, alle quali possono essere esposti durante l'esercizio. Tutti i materiali e gli apparecchi devono essere rispondenti alle relative Norme CEL, alle tabelle di unificazione CEI-UNEL, ed alla Legge 791/77, devono inoltre possedere il riconoscimento dell'EVIQ o di altre istituzioni equivalenti riconosciute. Tutti gli apparecchi devono riportare i dati di targa ed eventuali istruzioni d'uso utilizzando la simbologia del CEL.

3.1 – Impianto di distribuzione elettrica 230 V

A monte di tutte le linee sono previsti interruttori automatici atti a proteggere le linee dal sovraccarico e dal corto circuito calcolato nel punto di installazione. In relazione al circuito sono previsti anche idonei dispositivi differenziali.

Tutti i cavi impiegati nella realizzazione degli impianti elettrici saranno rispondenti all'unificazione UNEL ed alle norme costruttive stabilite dal Comitato Elettrotecnico Italiano.

Per le caratteristiche dei cavi impiegati, si veda il fascicolo relativo alle specifiche tecniche.

I morsetti di connessione delle cassette di derivazione devono essere dimensionati in funzione della corrente nominale del circuito con portata non inferiore a 3 In; per quanto riguarda la capacità di contenimento dei cavi nei tubi, il rapporto tra il diametro dei tubi e il cerchio circoscritto al fascio di cavi non deve essere inferiore a 1,4.

Le dimensioni delle cassette consentiranno un agevole smistamento dei conduttori ed il contenimento dei morsetti isolati per le giunzioni.

Il numero e la posizione delle cassette sarà tale da rendere facilmente sfilabili i conduttori delle canalizzazioni. A titolo esemplificativo è riportata una tabella riferita al numero massimo di cavi unipolari che si possono infilare in tubi di diverso diametro. Nella posa entro tubazioni le dimensioni e conformazioni dei passaggi consentiranno un comodo infilaggio e sfilaggio dei cavi contenuti. Le superfici interne saranno sufficientemente lisce e prive di spigoli perché l'infilaggio e sfilaggio non danneggi ogni singola fase. Nei tratti verticali ospitanti cavi con $S > 6 \text{ mm}^2$, saranno comunque realizzati dei punti di ancoraggio dei cavi, entro scatole di derivazione rompitratta o giunti di infilaggio con interdistanza non superiore a 3m.

Numero massimo di cavi unipolari da introdurre in tubi protettivi (i numeri fra parentesi sono per i cavi di comando e segnalazione)

Diametro esterno/ Diametro interno (mm)	Sezione dei cavetti (mm ²)								
	(0,5)	(0,75)	(1)	(1,5)	(2,5)	(4)	(6)	(10)	(16)
12/8,5	(4)	(4)	(2)						
14/10	(7)	(4)	(3)	(2)					
16/11,7			(4)	4	2				
20/15,5			(9)	7	4	4	2		
25/19,8			(12)	9	7	7	4	2	
32/26,4					12	9	7	7	3

Sarà evitata, per quanto possibile, ogni giunzione diretta sui cavi, che saranno tagliati alla lunghezza adatta ad ogni singola applicazione. Saranno eseguite giunzioni dirette solamente nei cavi le cui tratte superino la pezzatura commerciale allestita dai fabbricanti o dove risulti strettamente necessario a causa della conformazione dell'impianto.

3.2 - Quadri elettrici

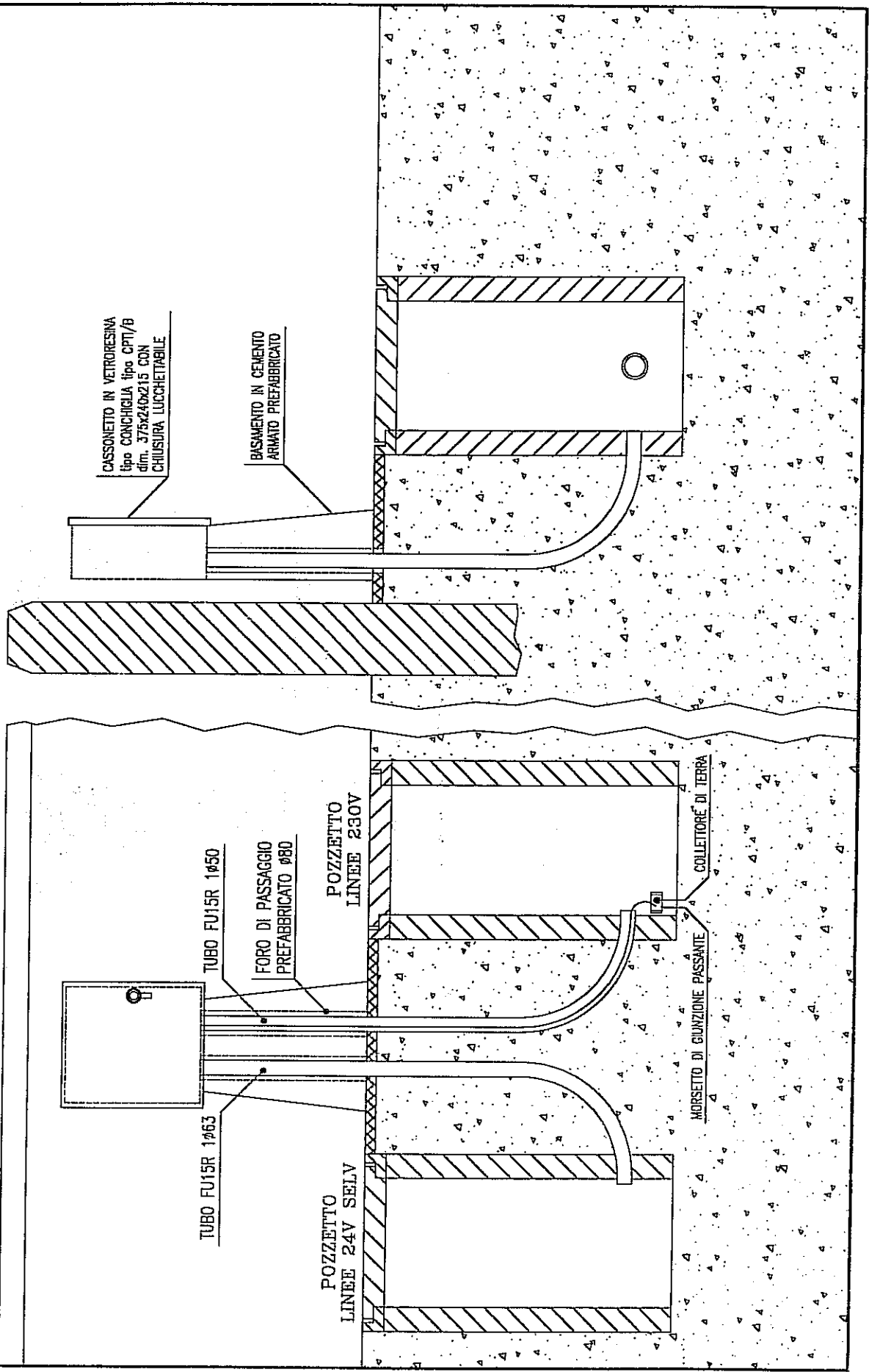
Nella realizzazione dei quadri di distribuzione dovranno essere rispettate le seguenti prescrizioni:

1. tutte le operazioni di manutenzione, sostituzione ed aggiunta di componenti e linee si potranno effettuare con accesso al quadro esclusivamente dal fronte e senza dover ricorrere allo smontaggio di pannelli diverse dagli schermi frontali di protezione;
2. tutte le parti rimanenti in tensione dopo l'apertura della porta del quadro saranno protette con schermi isolanti; ogni linea di alimentazione in arrivo si atterrerà direttamente su morsettiera e quindi su interruttore;
3. tutti i quadri di trasformazione – comando saranno dotati di separatore interno atto a garantire una sicura separazione tra il circuito 230 V ed il circuito 15 V;
4. i cavi di potenza ed ausiliari utilizzati per i cablaggi interni saranno di tipo non propagante l'incendio ed a contenuta emissione di gas tossici e corrosivi secondo le Norme CEI20-22 II e 20-35 (tipo N07V-K); per tali cavi il conduttore di neutro sarà contraddistinto dalla colorazione blu;

5. le morsettiere saranno disposte in modo da poter realizzare agevolmente collegamenti interni ed esterni; le morsettiere saranno in resina termoindurente;
6. le viti e le altre parti metalliche saranno protette contro l'ossidazione;
7. lungo la larghezza del quadro dovrà essere installata una sbarra collettiva di terra disposta in modo da permettere un agevole collegamento dei conduttori di protezione dei cavi dell'impianto senza ostacolare i collegamenti dei circuiti. Tutte le parti metalliche del quadro saranno messe a terra;
8. i materiali isolanti dei componenti elettrici saranno non igroscopici, resistenti all'invecchiamento e non propaganti la fiamma; anche se non a contatto con parti normalmente in tensione;
9. le viti di fissaggio delle apparecchiature nel loro insieme e dei singoli dispositivi, dovranno avvitarsi direttamente sulle apposite lamiere di sostegno e non a dadi retrostanti le lamiere stesse. Le unità funzionali saranno disposte in modo da risultare accessibili per il controllo, la taratura e la sostituzione senza necessità di rimuovere quelle adiacenti;
10. ogni organo di comando o segnalazione sarà dotato di istruzioni che indicano l'utenza servita;
11. sul quadro sarà prevista una sufficiente riserva di spazio per interruttori ed apparecchiature;
12. all'interno del quadro, in apposita custodia, sarà inserito il relativo schema elettrico.

PARTICOLARE QUADRO COMANDO e TRASFORMAZIONE

D03



CASSONETTO IN VETRORESINA
tipo CONCHIGLIA tipo CPT/B
dim. 375x240x215 CON
CHIUSURA LUCCHETTABILE

BASAMENTO IN CEMENTO
ARMATO PREFABBRICATO

TUBO FU15R 1450

FORO DI PASSAGGIO
PREFABBRICATO Ø80

POZZETTO
LINEE 230V

TUBO FU15R 1463

POZZETTO
LINEE 24V SELV

MORSETTO DI GIUNZIONE PASSANTE

COLLETTORE DI TERRA

3.3 Dispositivi di protezione addizionale ai transienti di tensione elettrica

Le sovratensioni che vengono a formarsi nei cimiteri in seguito ad un temporale, sono causate dalla fulminazione diretta / ravvicinata oppure remota.

Per fulminazione diretta si intende l'impatto di una scarica atmosferica con l'impianto elettrico interrato e non, nelle sue immediate vicinanze o nei sistemi che penetrano all'interno dell'impianto e che sono conduttori attivi (p.es. linee di alimentazione in bassa tensione, linee di telecomunicazione e di comando).

Le correnti e le tensioni impulsive che ne derivano, così come il rispettivo campo elettromagnetico (LEMP), per via della loro ampiezza e del loro contenuto di energia rappresentano una minaccia considerevole per il sistema da proteggere.

In caso di fulminazione diretta o ravvicinata le sovratensioni si generano per la caduta di tensione alla resistenza impulsiva di terra e dal conseguente aumento di potenziale dell'intero impianto rispetto all'ambiente circostante e questa è certamente la sollecitazione più intensa a cui sono sottoposti gli impianti di illuminazione cimiteriale. Oltre alla caduta di tensione alla resistenza impulsiva di terra, per via dell'effetto induttivo del campo elettromagnetico del fulmine, si vengono a creare sovratensioni nell'impianto elettrico.

Nei nostri impianti abbiamo utilizzato apparecchi di protezione da sovratensioni per impianti ed apparecchi elettrici con tensione nominale fino a 1000 V secondo CEI EN 61643-11 per la protezione a livello di quadro generale come indicato negli schemi dei quadri, e componenti elettronici per quanto riguarda i moduli LIT secondari.

4. QUADRO TECNICO – NORMATIVO

Gli impianti in oggetto, nonché i componenti, devono essere realizzati secondo quanto stabilito dalla Legge n. 186 del 01.03.1968. Essi dovranno essere conformi alle leggi e regolamenti in vigore alla data del contratto ed in particolare:

Per gli impianti si seguiranno principalmente le seguenti norme

CEI 0-21 Regola tecnica per la connessione di Utenti attivi e passivi alla rete BT delle imprese distributrici di energia elettrica;

CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici;

CEI 17-70 (ex 11-11) Impianti elettrici negli edifici civili;

CEI 64-8 (ed 2012) Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua;

CEI 11-17 Impianti di produzione trasporto, distribuzione energia, linee in cavo;

CEI 17-5 Interruttori per corrente alternata a tensione nominale non sup. a 1000 V. C.A. e 1200 V C.C. ;

CEI 23-3 Interruttori automatici di sovracorrente per usi domestici e similari;

CEI 23-5 Prese a spina per usi domestici e similari;

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

CEI EN 50086 1/5 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche;

CEI 23-32 Canali portacavi in materiale plastico e loro accessori d'uso;

CEI 3-.- Varie norme CEI sui segni grafici;

CEI/EN 62305 (ed.2013) Protezione contro i fulmini

Eventuali altre norme CEI applicabili.

Le norme citate si intendono nella edizione corrente e complete di eventuali varianti.

Decreto Legislativo 106/2009 Disposizione integrativa e correttive del Dlgs 9/04/08 n.81 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

Legge n. 186 del 01/03/1968 – Disposizioni concernenti la regola dell'arte (nel caso intesa come norma CEI).

Legge 791 del 18/10/1977 – Attuazione della direttiva del consiglio della Comunità Europee (N.73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che deve possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione.

D.M. 22/01/2008 n. 37 – Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11- quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.

Legge Regionale Friuli Venezia Giulia 18/06/2007 n. 015 BUR n. 26 del 27/06/2007 “Misure urgenti in tema di contenimento dell'inquinamento luminoso, per il risparmio energetico nelle illuminazioni per esterni e per la tutela dell'ambiente e dell'attività svolta dagli osservatori astronomici”

Inoltre alle seguenti disposizioni:

- prescrizioni e indicazioni ENEL o Azienda Distributrice dell'energia elettrica, per quanto di loro competenza ai punti di consegna;
- prescrizioni delle autorità locali.

Ulteriori specifiche e normative sono visibili presso il progettista