



COMUNE DI PARTINICO

LAVORI DI MANUTENZIONE ORDINARIA, STRAORDINARIA
E RIQUALIFICAZIONE URBANA DELLA PIAZZA DUOMO
DEL COMUNE DI PARTINICO

PROGETTISTA

ARCH. SANTO GIOVANNI AIELLO
ORDINE DEGLI ARCHITETTI DELLA
PROVINCIA DI PALERMO N. 2376

PROGETTO ESECUTIVO

Tavola

D.2

Elaborato:

RELAZIONE DI CALCOLO ELETTRICO
ED ILLUMINOTECNICO

Scala

Collaboratori

Data

Aggiornamenti

Classificazione

RELAZIONE DI CALCOLO LINEE ELETTRICHE

1. PREMESSA

Il presente progetto è stato redatto in osservanza alle norme CEI 64-7 "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari" e alle norme CEI 11-7 "Norme riguardanti le linee di alimentazione".

Nelle linee più generali le norme su citate prevedono:

- l'utilizzo di componenti autoestinguenti a marchio di qualità IMQ, od altro equivalente, aventi grado di protezione adeguato in rapporto al luogo d'installazione;
- il coordinamento fra le protezioni elettriche, poste a monte, con i relativi conduttori da esse derivati e comandati;
- condizioni di posa dei cavi interrati;
- protezione da contatti diretti, mediante idonei ripari con materiali isolanti non igroscopici, e da quelli indiretti mediante collegamenti a terra delle masse;
- protezione delle linee con interruttori automatici con relè differenziale;

Scopo del presente progetto esecutivo è quello di realizzare l'impianto elettrico e di messa a terra per garantire un corretto funzionamento e la continuità del servizio in condizioni di assoluta sicurezza.

Gli impianti verranno installati secondo le previsioni del progetto esecutivo, sotto la stretta osservanza delle seguenti norme e regolamenti in vigore:

- Prescrizioni dei VV.FF. e delle autorità locali;
- Prescrizioni ed indicazioni dell'ENEL o dell'Azienda Distributrice dell'energia elettrica, per quanto di loro competenza nei punti di consegna;
- Prescrizioni del Capitolo del Ministero LL.PP.;
- Legge n° 186/68 in riconoscimento alle norme CEI come di buona tecnica "a regola d'arte";
- CEI 64-7- Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari;
- CEI 11-17- Modalità di posa per quanto riguarda i cavi interrati;
- CEI 23-3- Per interruttori automatici;
- Legge 791 del 18/10/1977 - Attuazione della direttiva del consiglio delle 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;

2. PREVISIONI PROGETTUALI

Il presente lavoro prevede il progetto dell'impianto di pubblica illuminazione da realizzare nell'ambito dei lavori di manutenzione ordinaria, straordinaria e riqualificazione urbana della Piazza Duomo del Comune di Partinico

3. CRITERI PROGETTUALI

Con riferimento alle norme elencate i criteri seguiti durante la progettazione sono stati:

- protezione dai sovraccarichi: anche se gli impianti di illuminazione pubblica si considerano non soggetti a sovraccarico, tale protezione è stata effettuata utilizzando un interruttore magnetotermico differenziale, la cui corrente nominale (I_n) di intervento risulta essere inferiore alla portata del cavo (I_z), ma superiore alla corrente d'impiego (I_b) e ciò per evitare lo sgancio in condizioni di normale esercizio. Praticamente è soddisfatta la seguente relazione:

$$I_b < I_n < I_z$$

ove le correnti sono indicate tutte in Ampere;

- protezione dalle correnti di corto circuito (I_{cc}) per le quali devono essere verificate le seguenti relazioni:

$$I_{cc} \cdot t < K^2 \cdot s^2$$
$$I_{cs} > I_{cc}$$

essendo:

I_{cc} = corrente massima di cortocircuito

t = tempo di intervento degli interruttori magnetici

K = coefficiente di isolamento del cavo

s = sezione del cavo

I_{cs} = potere di interruzione di servizio dell'interruttore;

All'inizio dell'impianto è stato disposto un adeguato dispositivo di protezione contro i corto circuiti, in grado di interrompere la massima corrente che può verificarsi nel punto in cui esso è installato. Tale protezione è stata effettuata secondo i criteri del cap. VI della Norma CEI 64-8. La protezione contro i corto circuiti tuttavia non è prevista, perchè non richiesta, per le derivazioni che alimentano i centri luminosi quando si riducono al minimo il pericolo di corto circuito con adeguati ripari contro le influenze esterne. Tenendo conto di quanto affermato sopra non è necessaria l'installazione di fusibili all'inizio della derivazione di salita al centro luminoso oppure in prossimità del medesimo

- protezione contro i contatti diretti: l'impianto sarà disposto in modo che le persone non possono venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione. Gli elementi di protezione smontabili ed installati a meno di 3 m dal suolo, devono potersi rimuovere solo con l'ausilio di chiavi o di attrezzi.

- protezione dai contatti indiretti: tutte le masse dell'impianto saranno protette contro i contatti indiretti. Nel presente lavoro sono stati seguiti due sistemi di protezione contro i contatti indiretti:

a) protezione con impiego di cavi di nuova produzione, dichiarati dalle specifiche tecniche e quindi autocertificati dalle Aziende stesse come: "Cavi elettrici a doppio isolamento per impianti di illuminazione pubblica" conformi alle Norme CEI 20-13 e rispondenti alle prescrizioni delle Norme CEI 64-8.

Tali cavi dispongono di:

- un isolamento principale di gomma etilenpropilenica (G5) di spessore conforme all'art. 2.2.06 delle Norme CEI 20-13;
- un secondo isolamento in gomma etilenpropilenica (G5 o G7) di spessore uguale al principale;
- una guaina esterna in PVC di spessore conforme all'art. 2.7.04 delle Norme CEI 20-13.

Questi cavi, muniti di certificazione, ottemperano in modo completo alle prescrizioni degli artt. 4.3.08, 4.4.06, 4.5.01 delle Norme CEI 64-7, in quanto dispongono di "doppio isolamento" e di una guaina protettiva esterna.

b) protezione con interruzione automatica del circuito (art. 5.4.06 - Norma CEI 64-8)

Per questo è stato realizzato un impianto di terra locale alla quale dovranno essere collegate tutte le masse dell'impianto di illuminazione tramite conduttore di protezione diverso dal conduttore neutro

L'impianto di terra sarà composto da picchetti, infissi nel terreno in prossimità di ciascun palo, della lunghezza di cm 150 tutti collegati da una treccia nuda di rame posta ad intimo contatto con il terreno e di sezione pari a 35 mmq.

Tale sistema assicura la seguente relazione:

$$R_t < 50 / I_d$$

essendo R_t la resistenza di terra, espressa in ohm, dell'impianto di terra nelle condizioni più sfavorevoli, I_d la corrente differenziale di intervento dell'interruttore automatico.

- protezione contro le lesioni meccaniche: le condutture e gli apparecchi esposti al pericolo di prevedibili lesioni meccaniche saranno adeguatamente protette.

- protezione contro i fulmini: tale tipo di protezione non è stata prevista data la natura dell'impianto di illuminazione. La protezione è richiesta in casi particolari quando il rischio sia da considerare non trascurabile, ad esempio per la contemporanea presenza dei seguenti elementi:

- probabile permanenza di numero elevato di persone nelle immediate vicinanze del sostegno
- sostegni con rilevante altezza fuori terra.
- protezione contro la penetrazione dei corpi solidi e dei liquidi: con riferimento all'art. 4.4.04 della CEI 64-7, il grado minimo di protezione dei componenti deve essere:
 - per i componenti interrati: IP 57
 - per i componenti installati a meno di 3 m dal suolo: IP 43
 - per i componenti installati a 3 m o più dal suolo: IP 23
 - per il vano in cui è montata la lampada degli apparecchi di illuminazione dotati di coppa di protezione: IP 54
- limitazione della massima caduta di tensione ad un valore inferiore al 3% della tensione nominale.

4. CARATTERISTICHE GENERALI

L'impianto elettrico di illuminazione pubblica sarà alimentato dall'ENEL con sistema di alimentazione in bassa tensione (I categoria).

Il circuito elettrico di distribuzione sarà comandato e protetto con un interruttore onnipolare (compreso il neutro) composto da interruttore automatico magneto-termico differenziale con sensibilità di intervento 0.03 A e potere di interruzione pari a 6000 A.

In nessun caso sarà disposto un dispositivo di protezione che possa interrompere il neutro senza aprire contemporaneamente i conduttori di fase.

La caduta di tensione verificata nel punto più lontano d'utilizzazione, rispetto al punto di consegna, risulta contenuta in ogni caso entro il 3% del valore nominale.

Le derivazioni che alimentano i vari centri luminosi saranno servite con conduttori aventi sezione minima pari a 2.5 mmq.

5. ANALISI DEI CARICHI

Dopo una attenta ed accurata analisi dei carichi, considerando tutte le apparecchiature necessarie al normale funzionamento dei centri luminosi, è stata desunta la tabella riepilogativa allegata alla presente relazione

6. IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE

I centri di illuminazione sono stati dimensionati per garantire dei livelli d'illuminamento minimo pari a 18 lux, come si può desumere dalle schede allegate.

Nella redazione dei calcoli illuminotecnici, si è tenuto conto del tipo di sorgente luminosa da utilizzare, della classe della strada, del tipo di strada, del tipo di pavimentazione, della classe dell'apparecchio di illuminazione, dei coefficienti di deprezzamento delle protezioni dei corpi illuminanti, delle altezze d'installazione, ecc.

Per quanto riguarda il tipo di apparecchio illuminante si rimanda alla parte relativa al calcolo illuminotecnico.

7. CONDUTTORI E CANALIZZAZIONI

Le linee in cavo interrato previste nel progetto rispondono alle prescrizioni delle Norme CEI 11-17 e delle Norme CEI 64-7. Infatti il loro livello di isolamento verso terra risulta maggiore dei valori esposti nella tabella dell'art. 4.4.06 delle CEI 64-7.

Infine, come si evince dai calcoli allegati e dagli elaborati planimetrici, dovranno essere disposti nei tratti interessati i cavi (trifase più neutro) aventi sezione riportate nell'allegata tabella.

Per le derivazioni ai vari centri luminosi dovrà essere utilizzato un cavo di sezione $2 \times 2.5 + T$ mmq.

Nel presente lavoro si è prevista la posa dei conduttori in cavidotto interrato realizzato con tubi in PVC rigido (Norme CEI 23-29) di diametro interno 100 mm che garantisce, rispetto al loro fascio d'ingombro, uno spazio vuoto non inferiore al 40%, in modo da consentire la loro sfilabilità.

I cavidotti seguiranno, ove possibile, i marciapiedi, in modo da non intaccare il basolato stradale, manto stradale e saranno posti ad una profondità di 50 cm. circa.

Le connessioni fra i conduttori saranno realizzate in corrispondenza di pozzetti d'ispezione, a mezzo di morsetti adeguatamente isolati e protetti meccanicamente.

8. DIMENSIONAMENTO LINEE ELETTRICHE

Il dimensionamento delle linee è stato effettuato con il criterio "termico", consistente nello stabilire l'isolamento principale del cavo (in base alle condizioni e luogo di posa), la cui sezione conduttrice, attraverso la temperatura raggiunta dallo stesso, durante il funzionamento in regime permanente e transitorio, non superi quella massima sopportabile (70° per il PVC, 90° per XLPE, EPR, gomme G5).

Dalle tabelle CEI-UNEL 350204-70 si rilevano in base al tipo di posa, cavo, numero di conduttori attivi ed isolanti, le portate dei relativi cavi per ciascuna sezione nominale espressa in mmq. La sezione scelta è quindi quella la cui portata risulti maggiore della corrente d'impiego della condotta stessa.

La sezione così determinata è stata verificata, in modo tale che la c.d.t. percentuale, rispetto al valore di fornitura, risulti contenuta entro il 3%.

Il risultato del dimensionamento dei cavi, svolto secondo i criteri descritti precedentemente, è riportato nei tabulati allegati.

9. VERIFICA PROTEZIONE CAVI

La protezione dei cavi dalle sovracorrenti è stata dimensionata in modo tale che risulti:

$(I^2t) \leq K^2 S^2$ [1] (protezione contro i cortocircuiti) CEI 64-8 Art.6.3.02 e

$I_b \leq I_n \leq I_z$ [2] (protezione contro i sovraccarichi) CEI 64-8 fasc.1000 Art. 6.2.03

dove: I_b è la corrente d'impiego della condotta; I_n , la corrente nominale del dispositivo di protezione; I_z , la portata del cavo in regime permanente.

Non si ritiene necessario considerare le correnti critiche in quanto i cavi risultano protetti dal sovraccarico.

Quanto relazionato verrà riassunto negli allegati calcoli di dimensionamento cavi, con i quali si dimostra come sia indirettamente verificata la relazione [1], dove i dispositivi di protezione da adottare saranno interruttori automatici dotati di sganciatori termici e magnetici onnipolari, con taratura dello sganciatore magnetico non superiore a 10 volte la corrente nominale, sempre sensibilmente inferiore al massimo valore di taratura ammissibile, in modo da garantire in qualunque caso la protezione dei conduttori.

10. SCELTA DEI DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Il dispositivo di protezione adottato, come già detto, è composto da interruttore automatico dotato di sganciatore termo-magnetico e differenziale, la cui corrente nominale I_n risulti:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

(CEI 64-8 Art. 6.2.03) a garanzia della protezione del conduttore del sovraccarico.

Per quanto riguarda la idoneità della protezione dei cavi dai corto circuiti, vale quanto già detto precedentemente.

L'interruttore adottato avrà potere di interruzione pari a 6 KA.

Ai fini del dimensionamento dell'interruttore a monte della linea, è stata fissata la corrente presunta di cortocircuito al punto di consegna pari a 6.0 kA.

Si precisa inoltre che l'interruttore a monte della linea avrà la funzione, oltre che di protezione dai sovraccarichi, dai cortocircuiti e dai contatti indiretti, anche quella di sezionamento dell'impianto e di interruzione generale della linea stessa, pertanto si dovrà aver cura che su di esso ci siano le apposite segnalazioni di acceso-spegnimento.

Infine, nella scelta dell'interruttore si è cercato, nel limite del possibile, di garantire la selettività facendo riferimento alle specifiche curve di intervento.

11. QUADRO COMANDO

Il quadro comando sarà dotato di strumentazione di misura e presenza rete, e di interruttore generale.

Il criterio di distribuzione dell'energia elettrica all'interno dell'impianto si evince dallo schema unifilare e di potenza del quadro elettrico.

Il quadro dovrà essere cablato a perfetta regola d'arte utilizzando morsettiere ed accessori vari.

La colonnina sarà sufficientemente ampia e capace di garantire un'adeguata areazione naturale ed un facile accesso nelle operazioni di ordinarie e straordinarie manutenzioni, effettuate da personale specializzato addetto, sarà dotato di portina con chiusura a chiave e avrà un grado di protezione minimo IP 54.

Le parti in tensione dovranno risultare adeguatamente protette con ripari in policarbonato trasparente, atte ad evitare il pericolo derivante da eventuali contatti accidentali.

12. IMPIANTO DI MESSA A TERRA

Come precedentemente accennato, ai fini della protezione dai contatti indiretti verrà realizzato apposito impianto di terra, coordinato con interruttore differenziale di corrente differenziale non superiore a 30 mA

L'impianto di messa a terra sarà realizzato con conduttore orizzontale nudo (sez. 35 mmq) posto ad intimo contatto con il terreno a profondità maggiore di 50 cm., integrato con dispersori verticali di tipo profilo di acciaio zincato a caldo con spessore di 5 mm e dimensione trasversale di mm 50. Il picchetto stesso, lungo 150 cm, dovrà essere infisso per cm 130. La resistenza di terra viene determinata in maniera che la resistenza totale di terra R_t verifichi la relazione:

$$R_t < 50 / I_d$$

ed in particolare per $I_d = 0,03$ deve essere $R_t < 1666$.

Per ciò che riguarda la caratteristica elettrica del terreno, a vantaggio della sicurezza, può essere assunta una resistività (ρ) di 800 Ωm , ed utilizzando picchetti da 150 cm infissi per una profondità di 130 cm, si ottiene per ogni picchetto (formula approssimata della norma CEI 64-12 art. 2.4.1)

$$R_t = \rho/L = 800/1,3 = 615 \Omega$$

Si tenga conto che i picchetti di terra verranno inoltre tutti collegati fra loro attraverso apposito conduttore, di sezione 35 mmq, a contatto intimo con il terreno

In conclusione, l'impianto di messa a terra sarà realizzato con conduttore orizzontale nudo, posto ad intimo contatto con il terreno a profondità maggiore di 50 cm., integrato con dispersori verticali della lunghezza di ml. 1.50 da conficcarsi in appositi pozzetti d'ispezione, come da sviluppo indicato in planimetria.

Il conduttore orizzontale sarà costituito da corda di rame nuda avente sezione di 35 mmq. I dispersori verticali da utilizzarsi saranno in profilati d'acciaio zincato (Fe 360B) a caldo, di sezione mm. 50x50x5.

IL PROGETTISTA
(Arch. Santo Giovanni Aiello)