



## **COMUNE DI MARINEO**

Città Metropolitana di Palermo

### **AREA 3 TECNICA**

OGGETTO: LAVORI DI ILLUMINAZIONE ARTISTICA CASTELLO BECCADELLI BOLOGNA NEL TERRITORIO  
DEL COMUNE DI MARINEO (PA).

- RELAZIONE TECNICA;
- RELAZIONE ELETTROTECNICA;
- RELAZIONE ILLUMINOTECNICA;
- CALCOLI ILLUMINOTECNICI;
- ELABORATI PROGETTUALI;
- COMPUTO METRICO;
- ANALISI PREZZI;
- QUADRO ECONOMICO;
- CRONOPROGRAMMA;
- CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO;
- PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA;
- SCHEDE TECNICHE DEI MATERIALI.

Marineo lì 22/04/2022

Il Progettista

Ing. Leoluca Cedro

Illuminazione architettonica Castello Beccadelli Bologna – Marineo (PA)  
PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE IMPIANTO ELETTRICO

## INDICE

<b>1. Premessa</b>	3
<b>2. Quadro Normativo di riferimento</b>	3
2.1. Legislazione Nazionale e Regionale	3
2.2. Normative di riferimento	4
<b>3. Classificazione del sistema</b>	10
<b>4. Calcoli Elettrici</b>	10
4.1. Analisi dei carichi	10
4.2. Schema elettrico di distribuzione	11
4.3. Dimensionamento delle sezioni e modalità di posa	11
4.4. Calcolo delle cadute di tensione	12
4.5. Determinazione della corrente di corto circuito	12
4.6. Scelta degli interruttori di protezione	13
4.7. Verifica termica dei cavi nei confronti del cortocircuito	14
<b>5. Protezione dai contatti indiretti</b>	14
<b>6. Protezione dai contatti diretti</b>	15
<b>7. Apparecchi Illuminanti</b>	15
<b>8. Quadro elettrico di comando e protezione</b>	16
8.1. Schema unifilare	16
<b>9. Descrizione dell'intervento</b>	19



## **1. Premessa**

La presente relazione tecnica ha la finalità di illustrare gli interventi sull'impianto elettrico che alimenterà gli apparecchi destinati all'illuminazione artistica del Castello Beccadelli Bologna.

Ulteriori interventi, che potrebbero rendersi necessari sugli impianti oggetto del presente progetto, saranno demandati a successive iniziative che l'Amministrazione Comunale vorrà disporre di concerto con la Direzione dei Lavori.

## **2. Quadro Normativo di riferimento**

Di seguito si riporta il quadro legislativo nazionale e regionale per gli impianti di illuminazione pubblica e la normativa di riferimento per la progettazione.

### **2.1. Legislazione Nazionale e Regionale**

- Legge 10/1991: Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia", D.lgs n°192 del 2005, D.lgs n°311 del 2006 e s.m.i.
- Legge 186 del 01/03/1968: Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici.
- D.M. del 10/04/1984: Eliminazione dei radiodisturbi.
- Dlgs 626 del 25/11/1996: Attuazione direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico di bassa tensione.
- D.P.R. 462 del 22/10/2001: Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici e di impianti elettrici pericolosi.
- Legge 123 del 03/08/2007: Misure in tema di tutela della salute e della sicurezza sul lavoro e delega al Governo per il riassetto e la riforma della normativa in materia.
- Dlgs 81 del 09/04/2008: Decreto d'attuazione dell'articolo 1 della Legge 3 agosto 2007 n. 123, in materia della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.

- Dlgs 106 del 03/08/2009: Disposizioni integrative e correttive del decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro.
- D.P.R. 207 del 05/10/2010: Regolamento di esecuzione ed attuazione del decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163, recante «Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE». (Per le parti applicabili)
- Dlgs 50 del 18/04/2016: Attuazione delle direttive 2014/23/UE, 2014/24/UE e 2014/25/UE sull'aggiudicazione dei contratti di concessione, sugli appalti pubblici e sulle procedure d'appalto degli enti erogatori nei settori dell'acqua, dell'energia, dei trasporti e dei servizi postali, nonché per il riordino della disciplina vigente in materia di contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture
- Dlgs 86 del 19/05/2016: Attuazione della direttiva 2014/35/UE concernente l'armonizzazione delle legislazioni degli Stati membri relative alla messa a disposizione sul mercato del materiale elettrico destinato ad essere adoperato entro taluni limiti di tensione.
- Regolamento UE 305/2011: Condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione (abroga la direttiva 89/106/CEE).
- DLgs 106/17 del 16/6/2017: Adeguamento della normativa nazionale alle disposizioni del regolamento UE 305/2011, che fissa condizioni armonizzate per la commercializzazione dei prodotti da costruzione e che abroga la direttiva 89/106/CEE.

## **2.2. Normative di riferimento**

- Norma UNI 11248: Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche.
- Norma UNI EN 13201-2: Illuminazione stradale - Parte 2: Requisiti prestazionali"
- Norma UNI EN 13201-3: Illuminazione stradale - Parte 3: Calcolo delle prestazioni"
- Norma UNI EN 13201-4: Illuminazione stradale - Parte 4: Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche"
- Norma UNI EN 13201-5: Illuminazione stradale - Parte 5: Indicatori delle prestazioni energetiche"

- UNI 11431:2021: Luce e illuminazione - Applicazione in ambito stradale dei dispositivi regolatori di flusso luminoso
- Norma UNI 10819: Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.
- Norma UNI 11630: Luce e illuminazione - Criteri per la stesura del progetto illuminotecnico.
- Norma UNI EN 40: Pali per illuminazione pubblica.
- Norma CEI EN 60598: Apparecchi di illuminazione.
- Norma CEI 17.4 – IEC 60050-845: International Electrotechnical Vocabulary - Lighting 845.
- Norma CIE 115: Recommendation for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic.
- Norma CIE 136: Guide to the lighting of urban areas.
- Norma CIE 137: The conspicuity of traffic signs in complex backgrounds.
- Norma CIE 144: Road surface and road marking reflection characteristics
- Norma CIE 154: The maintenance of outdoor lighting systems.
- Norma CEI 0-2: Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici.
- Norma CEI 0-3: Guida per la compilazione della dichiarazione di conformità
- Norma CEI 0-10: Guida alla manutenzione degli impianti elettrici.
- Norma CEI 8-12 (CEI EN 60038): Normalizzazione delle tensioni nominali in bassa tensione in ambito europeo.
- Norma CEI 11-4 (CEI EN 50341): Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo.
- Norma CEI 11-27: Esecuzione dei lavori su impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua.
- Norma CEI 11-28: Guida d'applicazione per il calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a bassa tensione.
- Norma CEI 11-48 (CEI EN 50110): Esercizio degli impianti elettrici – Parte 1: Prescrizioni generali.
- Norma CEI 17-5 (CEI EN 60947-2): Apparecchiature a bassa tensione – Parte 2: Interruttori automatici.

- CEI EN 61439-0: Guida di applicazione e supporto alla specificazione dei quadri.
- Norma CEI 17-113 (CEI EN 61439-1): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: regole generali.
- Norma CEI 17-114 (CEI EN 61439-2): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 2: Quadri di potenza.
- Norma CEI 17-116 (CEI EN 61439-3): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Quadri di distribuzione destinati ad essere utilizzati da persone comuni.
- Norma CEI 17-115 (CEI EN 61439-5): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 5: Prescrizioni particolari per apparecchiature di distribuzione in reti pubbliche.
- Norma CEI 17-41 (CEI EN 61095): Contattori elettromeccanici per usi domestici e similari.
- Norma CEI 17-43 (IEC 60890): Metodo per la determinazione delle sovratemperature, mediante estrapolazione, per le apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) non di serie (ANS).
- Norma CEI 17-44 (CEI EN 60947-1): Apparecchiature a bassa tensione. Parte 1: Regole generali.
- Norma CEI 17-50 (CEI EN 60947-4-1): Apparecchiature a bassa tensione – Parte 4: Contattori e avviatori Sezione 1: Contattori e avviatori elettromeccanici.
- Norma CEI 20-11 (CEI EN 50363): Caratteristiche tecniche e requisiti di prova delle mescole per isolanti e guaine dei cavi per energia.
- Norma CEI 20-13 (IEC 60502-1/2): Cavi isolati in gomma butilica con gradi di isolamento superiore a 3.
- Norma CEI 20-107 (CEI EN 50525-1): Prescrizioni generali per i cavi rigidi e flessibili di tensione nominale  $U_0/U$  fino a 450/750 V in c.a. compreso, utilizzati in impianti di energia e con apparecchiature ed apparecchi domestici ed industriali.
- Norma CEI 20-108 (CEI EN 50399): Metodi di prova comuni per cavi in condizioni di incendio – Misura dell'emissione di calore e produzione di fumi sui cavi durante la prova di sviluppo di fiamma (apparecchiatura di prova, procedure e risultati).
- Norma CEI 20-21 (IEC 60287): Calcolo delle portate di corrente dei cavi elettrici in regime permanente.

- Norma CEI 20-22/2 (CEI 20-22 II): Procedura e requisiti di prova della non propagazione dell'incendio per cavi disposti a fascio, con materiale non metallico di 5 o 10 kg/m.
- Norma CEI 20-35/1-2 (CEI EN 60332-1-2): Prove su cavi elettrici e ottici in condizioni di incendio – Parte 1-2: Prova per la propagazione verticale della fiamma su un singolo conduttore o cavo isolato – Procedura per la fiamma di 1 kW premiscelata.
- Norma CEI 20-36/1-1 (IEC 60331-11): Apparecchiatura per la prova di resistenza al fuoco senza shock meccanico.
- Norma CEI 20-36/2-1 (IEC 60331-21): Procedura e prescrizioni di prova della resistenza al fuoco dei cavi con tensione di esercizio fino a 0,6/1 kV – Procedura senza shock meccanico.
- Norma CEI 20-37/4-0: Attrezzatura e procedura di prova della determinazione dell'indice di tossicità dei gas emessi dai materiali componenti i cavi durante la combustione.
- Norma CEI 20-37/2 (CEI EN 60754-2): Prova sui gas emessi durante la combustione di materiali prelevati dai cavi – Parte 2: Determinazione dell'acidità e della conduttività.
- Norma CEI 20-37/2-3 (CEI EN 50267/2-3): Prove sui gas emessi durante la combustione dei materiali prelevati dai cavi – Parte 2-3: Procedure di prova – Determinazione del grado di acidità dei gas dei cavi mediante il calcolo della media ponderata del pH e della conduttività.
- Norma CEI 20-37/3-1 (CEI EN 61034-2): Misura della densità del fumo emesso dai cavi che bruciano in condizioni definite – Parte 2: Procedura di prova e prescrizioni.
- Norma CEI 20-38: Prescrizioni costruttive, metodi di prova dei cavi isolati in G10 non propaganti l'incendio e a basso sviluppo di gas tossici e corrosivi (senza alogeni), per tensioni di esercizio fino a 1 kV.
- Norma CEI 20-40 (HD 516 S2): Guida all'uso dei cavi elettrici, con tensione di esercizio fino a 450/750 V.
- Norma CEI 20-45: Cavi resistenti al fuoco isolato con mescola elastomerica con tensione nominale non superiore a 0,6kV/1kV.



- Norma CEI 20-48 (HD 603 S1): Prescrizioni generali dei cavi isolati in EPR ad alto modulo per la distribuzione, con tensione di esercizio di 0,6/1 kV.
- Norma CEI 20-52: Procedura e i requisiti di prova della determinazione della quantità di piombo dei materiali non metallici dei cavi.
- Norma CEI 20-58: Cavi aerei da distribuzione per tensioni nominali 0,6/1 kV.
- Norma CEI 20-67: Guida all'uso dei cavi elettrici con tensione di esercizio di 0,6/1 kV.
- Norma CEI 20-80 (CEI EN 50395) e CEI 20-84 (CEI EN 50396): Metodi di prova e i requisiti dei cavi armonizzati isolati in PVC e in gomma con tensione di esercizio fino a 450/750 V.
- Norma CEI 20-115 (CEI EN 50575): Cavi per energia, controllo e comunicazioni – Cavi per applicazioni generali nei lavori di costruzione soggetti a prescrizioni di resistenza all'incendio.
- Norma CEI 20-115: Cavi elettrici – Applicazioni estese dei risultati di prova.
- Norma CEI 23-51: Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare.
- Norma CEI 32-1 (IEC EN 60269-1): Fusibili a tensione non superiore a 1000 V per corrente alternata e a 1500 V per corrente continua. Parte 1 – Prescrizioni generali.
- Norme CEI 34 relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi di illuminazione in generale.
- Norme CEI 34-21 (EN 60598-1): Apparecchi di illuminazione – Parte 1: Prescrizioni generali e prove.
- Norme CEI 34-23 (EN 60598-2-1): Apparecchi di illuminazione – Parte 2: Prescrizioni particolari – apparecchi fissi per uso generale.
- Norma CEI 34-33: Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale.
- Norme CEI 34-75 (CEI EN 61547): Apparecchiature per illuminazione generale – Prescrizioni di immunità EMC.
- Norme CEI 34-118 (CEI EN 62031): Moduli LED per illuminazione generale – specifiche di sicurezza.

- Norma CEI 64-8/7: Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V (parte 7 - sezione 714 - Impianti di illuminazione situati all'esterno).
- Norma CEI 64-8/8: Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V (parte 8-1 efficienza energetica degli impianti elettrici).
- Norma CEI 64-12: Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- Norma CEI 64-14: Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- Norma CEI 64-19: Guida agli impianti di illuminazione esterna (per sistemi di categoria 0, I, II).
- Norma CEI 70-1 (CEI EN 60529): Gradi di protezione degli involucri (codice IP).
- Norma CEI 81-10/1-4 (CEI-EN62305/1-4): Protezioni delle strutture contro i fulmini.
- Norma CEI UNEL 35375: Prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo FG7R-0,6/1 kV, FG7OR-0,6/1 kV, FG7OH1R-0,6/1 kV, FG7OH2R-0,6/1 kV.
- Norma CEI UNEL 35376: Descrive le prescrizioni costruttive e dimensionali dei cavi per energia tipo U/RG7R-0,6/1 kV, U/RG7OR-0,6/1 kV, U/RG7OH1R-0,6/1 kV.
- Norma CEI 11-4: Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne.
- Norma CEI 11-17: Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.
- Norma CEI 64-8: Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V” (parte 7 sezione 714 - Impianti di illuminazione situati all'esterno, VI° edizione 2007/01 Fascicolo 8614).
- Norma CEI-UNEL 35016: Classi di reazione al fuoco dei cavi elettrici in relazione al regolamento UE dei prodotti da costruzione.
- Norme CEI-UNEL 35024/1: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portata di corrente in regime permanente per posa in aria.
- Norme CEI-UNEL 35026: Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e

a 1500 V in corrente continua – Portata di corrente in regime permanente per posa interrata.

### **3. Classificazione del sistema**

Nel dimensionare l'impianto elettrico di una attività o utenza bisogna valutare a quale categoria e sistema esso appartiene, le Norme CEI 64-8, in base alla tensione di alimentazione classifica gli impianti in 4 categorie, in riferimento al modo di collegamento a terra.

L'impianto elettrico in progetto, per la potenza prevista e il tipo di alimentazione adottato, si configura come un sistema di categoria I (con tensione superiore a 50V fino a 1000V a corrente alternata) per l'alimentazione della nuova illuminazione artistica, in base al collegamento a terra, il sistema è classificato come sistema TT, (terra dell'utente diversa da quella del fornitore di energia).

### **4. Calcoli Elettrici**

#### **4.1. Analisi dei carichi**

La determinazione della consistenza dei carichi viene effettuata sulla base delle valutazioni illuminotecniche.

La determinazione della corrente d'impiego  $I_b$  relativa alle linee alimentanti i singoli centri luminosi viene effettuata considerando  $\cos\phi = 0,9$ , fattore di utilizzazione  $F_u = 1$  e fattore di contemporaneità  $F_c = 1$ .

Si considerano, inoltre, le perdite di potenza della linea pari al 5%.

Dal sottoquadro che verrà posizionato nel giardino interno del Castello (cfr allegati grafici per maggiori dettagli) vengono derivati due circuiti monofasi protetti in partenza da altrettanti interruttori automatici i cui dimensionamenti saranno effettuati in seguito.

#### **4.2. Schema elettrico di distribuzione**

Si prevede in particolare per i punti luce da collocare all'interno del giardino, un unico impianto elettrico di distribuzione facente capo ad un quadro elettrico generale posto all'interno del castello (cfr allegati grafici per maggiori dettagli), ovvero derivato dell'impianto elettrico esistente, garantendo comunque la protezione e il sezionamento con appositi sottoquadri.

Relativamente ai punti luce che verranno installati all'esterno del castello, gli stessi verranno puntualmente alimentati in derivazione dalle dorsali dell'impianto di illuminazione pubblica esistente, garantendo le protezioni e il sezionamento a mezzo di nuovi centralini equipaggiati con interruttori magnetotermici opportunamente dimensionati.

L'alimentazione elettrica è monofase a 230 V nominali, con sistema TT, di tipo radiale.

#### **4.3. Dimensionamento delle sezioni e modalità di posa**

Il dimensionamento della sezione di ogni cavo viene effettuato in modo tale da rispettare la relazione prescritta dalla norma CEI 64-8:

$$I_b \leq I_z$$

dove:

- $I_b$ : corrente di impiego del circuito alimentato [A];
- $I_z$ : portata in regime permanente del cavo comprensivo dell'eventuale coefficiente di riduzione "K" che tiene conto del mutuo effetto tra più conduttori vicini. [A];

I valori delle sezioni scelte per le linee dorsali dei vari circuiti, assieme alle rispettive portate, figurano nel successivo capitolo "Quadro Elettrico"

Per quanto concerne in particolare la modalità di posa delle condutture interrato, al fine di garantire la sfilabilità dei cavi, il diametro interno dei tubi di protezione della conduttura deve essere maggiore o uguale ad 1,3 volte il diametro del cerchio circoscritto al fascio di cavi che essi sono destinati a contenere.

Le derivazioni elettriche dei vari punti luce, tranne gli apparecchi che consentono la derivazione passante, verranno eseguite mediante giunzioni in cassetta di derivazione IP67.

Per il neutro dovrà essere scelto cavo con anima di colore blu la cui sezione dovrà essere uguale a quella del relativo conduttore di fase.

Si procederà successivamente alla verifica della massima caduta di tensione e, una volta scelto l'interruttore di protezione, alla verifica della protezione dai sovraccarichi e dai cortocircuiti.

#### **4.4. Calcolo delle cadute di tensione**

La tipica distribuzione del carico delle linee di pubblica illuminazione prevede uno schema di calcolo con un unico carico, pari alla somma dei carichi dei singoli punti luce, concentrato nel baricentro elettrico linea stessa.

La c.d.t. su ogni linea sarà calcolata con la formula:

$$\Delta V = \frac{C_t \cdot I \cdot L}{1000}$$

dove:

C<sub>t</sub>: coefficiente di tensione, dipendente dalla sezione del conduttore nonché dal cosφ, i cui valori sono tabellati;

I : corrente trasportata dalla linea (A)

L : lunghezza media della linea con carico distribuito (m).

La norma CEI 64-8 fissa la massima c.d.t. di progetto pari a:

$$\Delta V_{MAX} = 4\%$$

della tensione nominale di 230V.

#### **4.5. Determinazione della corrente di corto circuito**

La norma CEI 64-8 prescrive il calcolo della corrente di cortocircuito in ogni punto in cui sono presenti interruttori di protezione.

Il calcolo viene pertanto effettuato nel punto di installazione del quadro elettrico prendendo in considerazione quale porzione di rete contribuisce al guasto, ovvero quella a monte compresa tra il quadro ed il trasformatore della cabina MT/BT Enel, considerato punto a potenza prevalente.

La formula utilizzata per il calcolo è la seguente:

$$I_{cc} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(X_{TR} + X_L)^2 + (R_{TR} + R_L)^2}}$$

#### 4.6. Scelta degli interruttori di protezione

La protezione dei vari circuiti dalle sovracorrenti verrà assicurata mediante l'adozione di interruttori magnetotermici.

Tali interruttori saranno scelti in modo tale da soddisfare le condizioni generali di protezione dal sovraccarico imposte dalla norma CEI 64-8:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad (1)$$

$$I_f \leq 1,45 I_z \quad (2)$$

dove:

- $I_b$ : corrente di impiego [A];
- $I_n$ : corrente nominale dell'interruttore automatico [A];
- $I_z$ : portata del cavo [A];
- $I_f$ : corrente nominale di intervento (termica)  $I_f$ .

In conformità alle prescrizioni della Norma CEI 23-3, tuttavia, per la protezione dal sovraccarico è stato sufficiente verificare unicamente il rispetto della condizione (1), in quanto è sempre verificato che:

$$I_f = 1,45 I_n$$

e quindi il rispetto della condizione (2).

Per quel che riguarda la protezione dai cortocircuiti la scelta è stata fatta in modo tale che l'energia specifica che il dispositivo di protezione lascia passare durante il suo intervento in

seguito a cortocircuito in un punto qualunque della linea sia minore della massima energia specifica tollerabile dai conduttori protetti nelle condizioni di posa previste.

Tale condizione è verificata quando:

$$I^2t \leq K^2S^2$$

dove:

- $I^2t$ : energia specifica lasciata passare durante il cortocircuito dall'interruttore ( $A^2s$ );
- $K$ : coefficiente dipendente dal tipo di cavo e dalla sua posa (costante solo nel caso di comportamento termico adiabatico del cavo);
- $S$ : sezione del conduttore da proteggere ( $mm^2$ );
- $t$ : tempo di intervento del dispositivo di protezione;
- $K^2S^2$  energia specifica massima tollerabile dal cavo ( $A^2s$ ).

#### **4.7. Verifica termica dei cavi nei confronti del cortocircuito**

L'interruttore magnetotermico assicura la protezione dei conduttori dalle correnti di cortocircuito allorquando la massima corrente di cortocircuito netto della condotta sia inferiore ad un valore  $I_{max}$ . Tale valore costituisce l'estremo entro il quale la retta  $K^2S^2$  relativa al conduttore (per  $S$  si considera la sezione minima del circuito protetto), sta al di sopra della caratteristica  $I^2t$  dell'interruttore. Devono quindi essere soddisfatte entrambe le seguenti relazioni:

$$I_{cc} \leq I_{max} \quad ; \quad I^2t \leq K^2S^2$$

Per cavi con conduttori in rame si ha, a seconda dell'isolamento:  $K = 146$  (HEPR);  $K = 135$  (MICO),  $K = 115$  (PVC).

### **5. Protezione dai contatti indiretti**

La protezione dai contatti indiretti sarà prevalentemente realizzata mediante l'adozione di apparecchiature di classe II.

Devono pertanto essere utilizzati apparecchi con isolamento doppio o rinforzato e cavi con tensione nominale 0,6/1 kV (FG16).

I giunti di derivazione realizzati entro le apposite cassette saranno anch'essi di classe II.

Viene comunque previsto, un interruttore differenziale di alta sensibilità ( $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ ), a protezione dei circuiti in uscita dai sottoquadri.

## **6. Protezione dai contatti diretti**

La protezione dai contatti diretti è assicurata dall'isolamento delle parti attive e dall'uso di componenti elettrici che soddisfano le relative norme.

Le persone non devono venire a contatto con le parti in tensione se non previo smontaggio o distruzione di elementi di protezione. Gli elementi di protezione smontabili e installati a meno di 3 m dal suolo, come ad es. i coperchi delle morsettiere di derivazione lungo i pali o le eventuali morsettiere accessibili di proiettori posti a livello del suolo, devono potersi rimuovere solo con l'ausilio di chiavi o attrezzi.

Il grado minimo di protezione dei componenti deve essere:

- IP57: per i componenti interrati o installati in pozzetto;
- IP43: per i componenti installati a meno di 3 m dal suolo;
- IP23: per i componenti installati a 3 m o più dal suolo;
- IP44: per il vano in cui è montata la lampada degli apparecchi di illuminazione dotati di coppa di protezione.

## **7. Apparecchi Illuminanti**

Per quanto concerne gli apparecchi di illuminazione, nell'elaborato "Specifiche tecniche dei materiali" sono indicate le svariate tipologie di proiettori impiegati, le caratteristiche costruttive e le relative curve fotometriche.

Trattasi di apparecchi di illuminazione con tecnologia LED che garantiscono elevata efficienza energetica, lunga durata ed ottima resa cromatica.



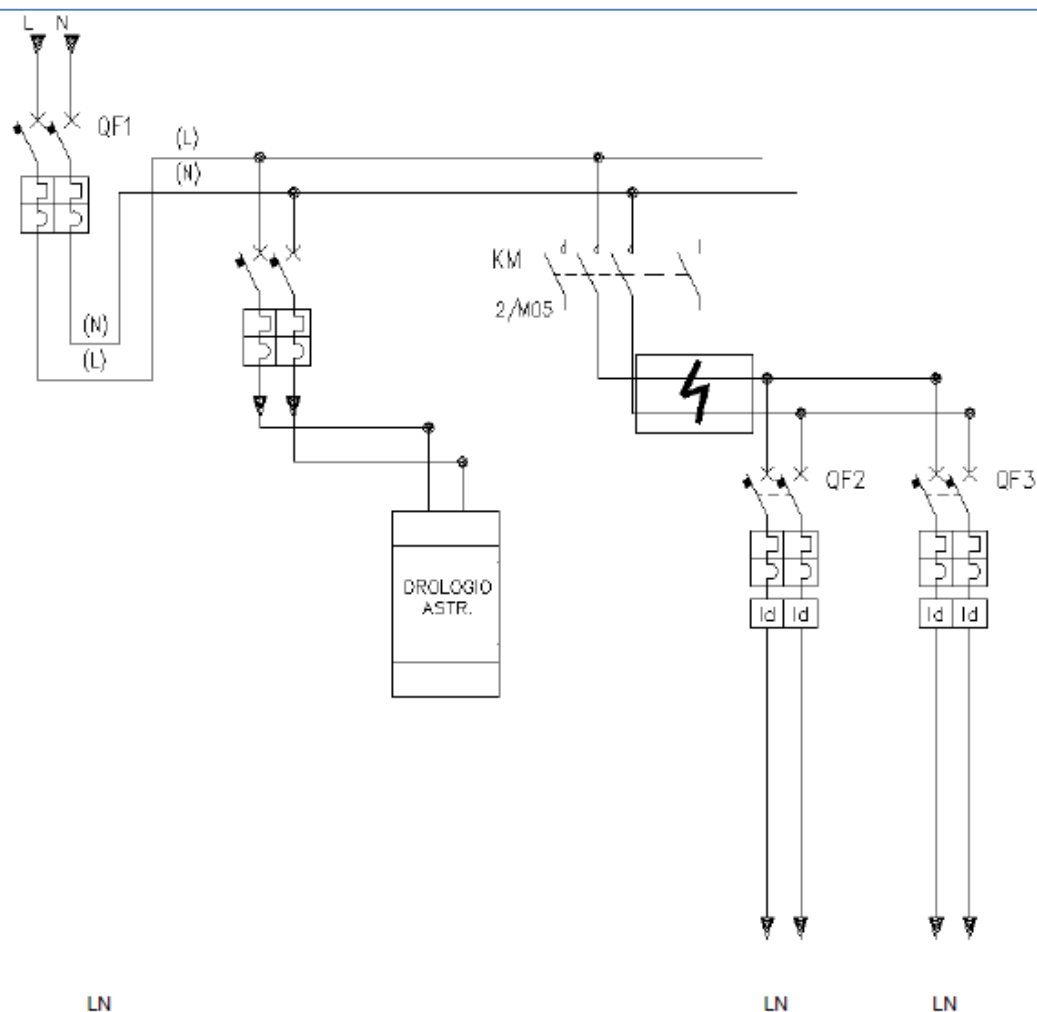
## **8. Quadro elettrico di comando e protezione**

Il quadro elettrico afferente all'impianto di illuminazione artistica del Castello, lato giardino, comprenderà tutte le apparecchiature necessarie al sezionamento, comando e protezione dei circuiti alimentati.

Per la protezione del singolo proiettore (o contenuti gruppi di proiettori) alimentati in derivazione direttamente dalla dorsale elettrica afferente all'impianto di illuminazione esistente, si è prevista l'installazione di un centralino IP65 equipaggiato con interruttore magnetotermico opportunamente dimensionato.

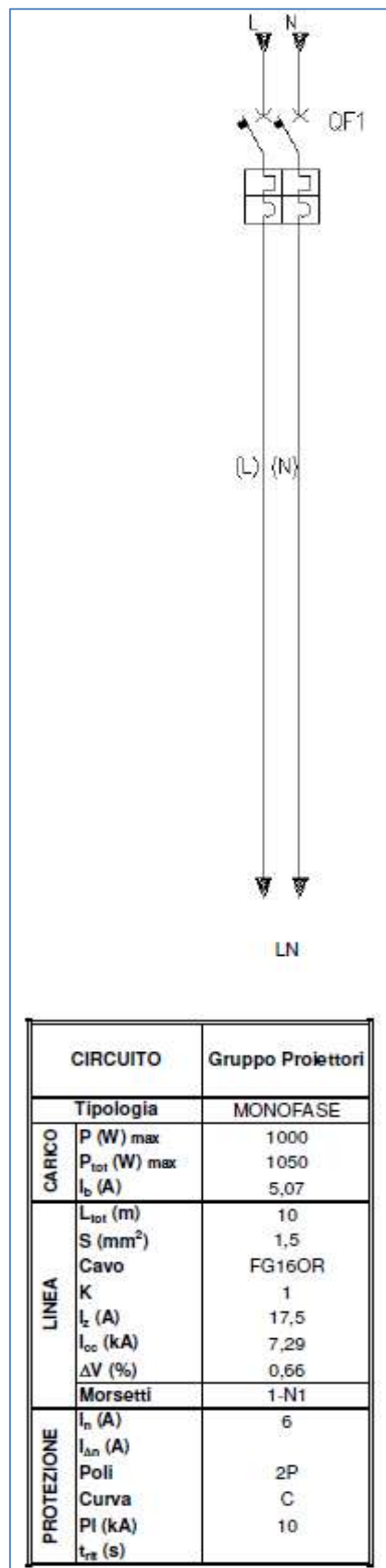
### **8.1. Schema unifilare**

Di seguito lo schema unifilare del sottoquadro e/o del centralino a protezione della derivazione elettrica da impianto di illuminazione esistente



CIRCUITO		Generale	CIRCUITO AUSILIARI	OROLOGIO ASTR.	CONTATTORE	Circuito A	Circuito B
Tipologia		MONOFASE	MONOFASE	MONOFASE	MONOFASE	MONOFASE	MONOFASE
CARICO	P (W) max	438	-	-	-	219	219
	P <sub>tot</sub> (W) max	460	-	-	-	230	230
	I <sub>b</sub> (A)	2,22	-	-	-	1,11	1,11
LINEA	L <sub>tot</sub> (m)	-	-	-	-	35	35
	S (mm <sup>2</sup> )	-	-	-	-	2,5	2,5
	Cavo	-	-	-	-	FG16OR	FG16OR
	K	-	-	-	-	1	1
	I <sub>t</sub> (A)	-	-	-	-	24	24
	I <sub>cc</sub> (kA)	-	-	-	-	7,29	7,29
	ΔV (%)	-	-	-	-	0,31	0,31
Morsetti		1-N1	-	-	-	2-N2	3-N3
PROTEZIONE	I <sub>n</sub> (A)	10	6	-	25	6	6
	I <sub>Δn</sub> (A)	-	-	-	-	0,03	0,03
	Poli	2	2	-	2	2	2
	Curva	C	C	-	-	C	C
	PI (kA)	10	10	-	-	10	10
	t <sub>rit</sub> (s)	-	-	-	-	-	-

Sottoquadro lato giardino



Centralino IP65 a protezione del singolo proiettore o gruppo contenuto di proiettori in batteria

## **9. Descrizione dell'intervento**

L'intervento proposto nella presente relazione tecnica e negli elaborati grafici a corredo prevede, come già indicato, la realizzazione di un nuovo impianto di illuminazione artistica del Castello Beccadelli Bologna sito nel comune di Marineo (PA).

Il suddetto impianto sarà costituito da nuovi complessi illuminanti equipaggiati con proiettori LED e verrà alimentato, soltanto per l'impianto da realizzare all'interno del giardino, da un nuovo quadro elettrico di comando e protezione (sottoquadro), in cascata al quadro elettrico generale all'interno del Castello.

L'intervento in esame prevede sommariamente:

- L'installazione di un nuovo quadro monofase di comando e protezione all'interno del giardino del Castello (cfr allegati grafici);
- Realizzazione in terreno vegetale di nuova canalizzazione di circa 50 metri per posa nuovo cavidotto all'interno del giardino del castello, compresi eventuali nuovi pozzetti di derivazione (cfr allegati grafici);
- L'installazione all'interno del Castello, in prossimità del quadro elettrico generale di centralina (CONTROLLER) DMX, comprese le attività di configurazione scenari;
- La posa di circa 90 metri di cavo bipolare FG16 2x2,5 mmq, all'interno di cavidotto di nuova realizzazione;
- La posa di circa 70 metri di cavo bipolare FG16 2x1,5 mmq, le nuove connessioni ai proiettori e sistemi di gestione e controllo DMX;
- La posa di circa 100 metri di cavo DMX per il controllo e la gestione dei nuovi proiettori LED RGB;
- L'installazione di N. 27 proiettori LED RGB da installare a parete su staffe in acciaio zincato predisposte o su palo;
- L'installazione di N.1 nuovo sostegno in acciaio zincato verniciato (impianto lato giardino) con Hft=5,0 metri;
- Il rifacimento di tutte le derivazioni elettriche ai suddetti proiettori, comprese eventuali nuove giunzioni a parete e/o dentro pozzetto.