

allegato n.

17.1

titolo abbreviato:

SP EX SS N 415 - LOTTO 3



**PROVINCIA DI CREMONA**  
**SETTORE INFRASTRUTTURE STRADALI**

**S.P. ex S.S. n. 415 "PAULLESE"**  
**AMMODERNAMENTO TRATTO "CREMA-SPINO D'ADDA"**

**LOTTO N. 3 - "NUOVO PONTE SUL FIUME ADDA"**  
**LAVORI DI RADDOPPIO DEL PONTE SUL FIUME ADDA**  
**E DEI RELATIVI RACCORDI IN PROVINCIA DI CREMONA E LODI**

0	prima emissione		DICEMBRE 2015
emissione	descrizione	disegnato	data emissione
livello:		codice CUP:	
PROGETTO DEFINITIVO		G41B03000270002	
elaborato:		codice:	
RELAZIONE TECNICO-ELETTRICA DELL'IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE D IPROGETTO		SS415-D-U-204	
		allegato n.:	scala:
		17.1	
IL PROGETTISTA SPECIALISTICO	IL PROGETTISTA GENERALE	IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO	data
(Ing. Stefano Passoni)	(Ing. Davide Pisana)	(Ing. Roberto Vanzini)	27 MAG. 2016
Percorso file: U:\lavori\09\Projects\SS415\PONTE SPINO\Definitivo_CR\00_COPERTINE.dwg			

**INDICE**

<b>1. Premessa .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Normativa di riferimento .....</b>	<b>2</b>
<b>3. Prescrizioni illuminotecniche opere in esterno .....</b>	<b>2</b>
<b>4. Scelta configurazione e verifica dei vincoli normativi .....</b>	<b>4</b>
<b>5. Lampade .....</b>	<b>4</b>
<b>6. Sostegni .....</b>	<b>4</b>
<b>7. Cavi Elettrici e dispositivi per giunzioni.....</b>	<b>5</b>
<b>8. Pozzetti e dispositivi di coronamento e chiusura .....</b>	<b>5</b>
<b>9. Cavidotti .....</b>	<b>5</b>
<b>10. Quadro di Comando e Protezione.....</b>	<b>5</b>
<b>11. Alimentazione agli apparecchi Illuminanti.....</b>	<b>6</b>
<b>12. Opere civili per posa quadro di comando .....</b>	<b>6</b>

## 1. Premessa

La presente relazione ha per oggetto la definizione delle caratteristiche dell'impianto di illuminazione che si prevede di installare in sostituzione dell'attuale impianto, l'integrazione dell'impianto di illuminazione da collocare sulla nuova campata del ponte sul fiume Adda nonché la collocazione di nuovi punti luminosi anche sul ponte storico.

Lo studio è mirato all'individuazione delle migliori configurazioni per l'illuminazione stradale sul ponte attuale, sul nuovo ponte, sulle strade di accesso e sul ponte storico.

## 2. Normativa di riferimento

In base all'oggetto dell'intervento descritto precedentemente, i riferimenti normativi applicabili sono qui di seguito elencati:

- Norma UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato"
- Norma UNIEN 13201-2:2004 "Illuminazione stradale parte 2: Requisiti prestazionali"
- Norma UNIEN 13201-3:2004 "Illuminazione stradale parte 3: Calcolo delle prestazioni"
- FINAL DRAFT prCEN/TR 13201-1 "Road lighting — Part 1: Selection of lighting classes"
- L.R. Lombardia 17/2000 "Norme per la prevenzione dell'inquinamento luminoso"
- Delibera della Giunta regionale N.7/6162 del 20 settembre 2001 "Criteri per l'applicazione della legge regionale 27 marzo 2000, n. 17"
- CEI 64-8/7 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari Sezione 714 impianti di illuminazione situati all'esterno

## 3. Prescrizioni illuminotecniche opere in esterno

La norma CEN 13201 - UNI 11248 - Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato.

Preso normalmente a riferimento per l'illuminazione stradale, associa ad ogni tipologia di strada un indice di categoria illuminotecnica, dunque prescrive per ogni indice i valori illuminotecnici che devono essere forniti dall'impianto.

L'analisi dei parametri di influenza valuta l'analisi del rischio, la tabella 2 riassume il prospetto della norma UNI11248 e la classificazione secondo le leggi dello stato. La stessa permette di risalire alla classificazione illuminotecnica (riferimento/progetto/esercizio) del tracciato viario in funzione dei relativi parametri fondamentali di influenza.

**Tab. 1**

Tipo di strada	Portata di servizio per corsia (veicoli/ora)	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di riferimento	Aree di conflitto
B	1100	Strade extraurbane principali	110	ME3a	NO

Le metodologie di calcolo considerata coincide con una classificazione B ed una categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi pari ad ME3a riportate nella norma UNI11248 e nella tabella 2.

**Tab. 2**

Categoria illuminotecnica	Lm (minima mantenuta) cd/m <sup>2</sup>	Uo min (uniformità generale)	Ul min (uniformità longitudinale)	Ti max (%)	SR min
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5

Inoltre la Legge della Regione Lombardia n. 17 del 27/03/2000 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso" richiede che gli impianti di illuminazione installati devono essere antinquinamento luminoso ed a ridotto consumo energetico.

Per tale legge gli impianti devono possedere contemporaneamente, i seguenti requisiti:

- a) apparecchi che, nella loro posizione di installazione, devono avere una distribuzione dell'intensità luminosa massima per  $\gamma \geq 90^\circ$ , compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso; a tale fine, in genere, le lampade devono essere recessive nel vano ottico superiore dell'apparecchio stesso;
- b) lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio a bassa pressione o al sodio ad alta pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore. Nei soli casi dove risulti indispensabile un'elevata resa cromatica è consentito l'impiego di lampade a largo spettro, agli alogenuri metallici, a fluorescenza compatte e al sodio a luce bianca, purchè funzionali in termini di massima efficienza e minor potenza installata;
- c) elementi di chiusura preferibilmente trasparenti e piani, realizzati con materiale stabile anti ingiallimento quale vetro, metacrilato ed altri con analoghe proprietà;
- d) luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non superiore ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza ovvero dai presenti criteri, nel rispetto dei seguenti elementi guida:
  - calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore della superficie;
  - impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interesse dei punti luce;
  - mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza, valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m<sup>2</sup>;
  - impiego di dispositivi in grado di ridurre, entro le ore 24.00, l'emissione di luce in misura non inferiore al 30% rispetto alla situazione di regime, a condizione di non compromettere la sicurezza;
  - orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione;
  - realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN, UNI, NF, ecc. assumendo, a parità di condizioni, i riferimenti normativi che concorrano al livello minimo di luminanza mantenuta.

Nella zona di Crema sono presenti due osservatori astronomici, astrofisica non professionali di rilevanza provinciale:

- Osservatorio sociale del Gruppo Astrofili Cremonesi di Cremona
- Osservatorio Pubblico di Soresina.

La distanza di rispetto per tali osservatori è oltre i 10 Km.

Gli interventi di progetto non ricadono all'interno della zona di rispetto, ma in ogni caso gli impianti di illuminazione sono stati progettati con i requisiti richiesti dalla Legge della Regione Lombardia n.17 del 27/03/2000.

In breve l'impianto di progetto ha le seguenti caratteristiche:

- utilizzo di lampade con tecnologia a LED simili a quelle già installate nell'ambito dei lavori dei lotti precedenti in tutti i tratti di svincolo del corpo principale e in corrispondenza delle viabilità comunali;
- utilizzo di apparecchi illuminanti che non consentono la dispersione dei flussi luminosi verso l'alto, cioè apparecchi per cui la distribuzione dell'intensità luminosa massima è di 0 candele per 1000 lumen per angoli gamma uguali o maggiori a 90 gradi;
- impianto di illuminazione previsto solo nelle aree in cui è necessario per sicurezza;
- l'intensità luminosa è dimensionata in ragione degli effettivi usi notturni degli spazi esterni;
- non sono stati installati corpi illuminanti orientati dal basso verso l'alto;

#### 4. Scelta configurazione e verifica dei vincoli normativi

La soluzione proposta consiste nell'illuminare l'asse viario con apparecchi su palo alto 9,00 m fuori terra, con braccio di 2.0 m.

Sono previsti apparecchi ad ottica stradale e vetro piano inclinati di 0° (Inclinazione dell'apparecchio rispetto al piano stradale), equipaggiati con lampade a LED e dimmerazione automatica, classe II, con corpo di alluminio pressofuso IP65, chiusura in vetro piano.

Per la valutazione della luminanza si ipotizza la strada di tipo C.

#### 5. Lampade

Per analogia con i centri luminosi già installati nell'ambito dei lavori del II° lotto Paullese a cui l'impianto in argomento darà funzionalmente continuità si prevede di impiegare apparecchi illuminanti CARIBONI/FIVEP tipo KAI MEDIUM LT-M 4000K o similari, conformi alla Normativa CEI EN 60662 Riferimento CEI 34-24. In ogni caso le lampade impiegate devono rispettare i requisiti previsti nella Legge Regione Lombardia n°17 del 27 Marzo 2000 e s.m.i..

#### 6. Sostegni

I pali di sostegno degli apparecchi di illuminazione, in acciaio di qualità non inferiore a Fe 360B secondo le UNI-EN 10025, devono essere progettati, fabbricati e provati conformemente alle Norme UNI EN 40.

I pali conici curvati da lamiera devono essere costruiti mediante piegatura circolare di trapezi di lamiera in acciaio S235JR (UNI EN 10025), successivamente i lembi longitudinali affacciati dopo la piegatura devono essere saldati mediante processo automatizzato certificato IIS.

Ad ogni palo vengono realizzate le seguenti lavorazioni:

- asola entrata cavi;
- applicazione della taschina di messa a terra;
- asola per morsettiera.

Tutti i pali, avranno una conicità di 10 mm/m e termineranno in cima con dm 60 mm idoneo al montaggio di una armatura stradale.

La zincatura dei materiali verrà ottenuta mediante immersione in vasche di zinco fuso il cui spessore dello strato di zinco è conforme alle norme UNI EN ISO 1461.

I pali dovranno essere costruiti in conformità alla norma UNI EN 40-5 e alle norme collegate:

- Dimensioni e tolleranze: UNI EN 40-2;
- Materiali: UNI EN 40-5;
- Specifica dei carichi caratteristici: UNI EN 40-3-1;
- Verifica mediante calcolo: UNI EN 40-3-3;
- Protezione della superficie: UNI EN 40-4.

Ogni palo sarà dotato di etichetta adesiva CE.

Nell'eventualità di una verniciatura il ciclo di pitturazione dovrà prevedere una prima mano di primer epossipoliamicidico e successivamente due strati di finitura poliuretana con indurente polisocianico alifatico ad alto spessore per strato: lo spessore totale delle varie fasi della verniciatura è di 120 µm.

La fase di verniciatura delle parti deve essere eseguita tenendo in considerazione le prescrizioni dettate dal Consiglio della Comunità Europea sull'uso di solventi chimici.

Tutte le tipologie di sostegni dovranno essere dotate di protezione nella regione di inghisaggio mediante con una guaina termorestringente in poliolefina irradiata senza giunzione, che garantisce un'ulteriore protezione contro gli agenti chimici esterni (piogge acide, minzioni di animali, ecc.) rif. UNI EN40.

## 7. Cavi Elettrici e dispositivi per giunzioni

I cavi utilizzati per le linee di distribuzione interrata ed in canale saranno con guaina rigida o flessibile in rame rosso ricotto o stagnato isolato in gomma EPR ad alto modulo e guaina in PVC speciale, qualità Rz non propagante l'incendio, a norme CEI 20-22II e marchio IMQ a contenuta emissione di gas corrosivi a norme CEI 20-37 e sigla di designazione FG7(O)R di tipo unipolare o multipolare.

Questi cavi sono costituiti da conduttori a corda rotonda flessibile con isolante e guaina che ne assicura la protezione meccanica; tale guaina deve essere di colore nero, grigio, marrone per le fasi R, S, T e blu per il neutro.

I cavi montanti per la derivazione e il collegamento di ogni apparecchio illuminante devono essere del tipo FG7OR di adeguata sezione conformi alla Norma CEI 20-13 e alle prescrizioni CEI-UNEL 00722 per gli impianti realizzati in Classe II.

I cavi per il collegamento del sistema di illuminazione del ponte storico, del sistema di gestione degli accessi per lo stesso, dell'illuminazione del sottopasso, delle alimentazioni del sistema di segnalazione del restringimento di corsia e del sistema di pompaggio e raccolta acqua saranno del tipo FG7OR di adeguata sezione conformi alla Norma CEI 20-13 e alle prescrizioni CEI-UNEL 00722 per gli impianti realizzati in Classe II.

Le giunzioni devono essere eseguite con conglomerati in Polisobutile (PIB) ad elevata amalgamazione ed i prodotti in gomma etilene-propilene (EPR) con resistenza all'alta temperatura con elevata amalgamazione e buone proprietà elettriche con caratteristiche:

- anticorrosione;
- sigillature di giunte;
- sigillature impermeabili;
- isolamento elettrico.

## 8. Pozzetti e dispositivi di coronamento e chiusura

Per ogni punto di derivazione al palo nella zona interrata ed alle estremità di ogni attraversamento stradale, dovrà essere prevista la posa di pozzetti in calcestruzzo prefabbricati aventi dimensioni 600x600mm completi di dispositivo di coronamento e chiusura "classe C 250" o in "classe D 400" se in sede carrabile, conformi alle Norme UNI-EN 124.

## 9. Cavidotti

La posa dei conduttori delle linee di distribuzione deve essere realizzata secondo le modalità previste dalla Norma CEI 11-17, dal Nuovo Codice della Strada e dal DM 21-03-88 in un cavidotto direttamente interrato che si svilupperà lungo tutto l'impianto di illuminazione ad esclusione della zona del ponte dove verranno collocate canale di raccolta dei cavi lungo un lato dello stesso dove saranno previsti i pali di illuminazione.

I tubi da utilizzarsi per la realizzazione dei cavidotti terminali di distribuzione dovranno essere in polietilene doppio strato corrugata serie pesante 450N  $\varnothing$  110/125 mm, conformi alla Norma CEI EN 50086 Riferimento CEI 23-39 e CEI 23-46.

## 10. Quadro di Comando e Protezione

Tutti i circuiti di illuminazione della strada, del ponte storico e del sistema di gestione degli accessi di quest'ultimo, faranno capo ad un quadro con involucro esterno in materiale isolante, adatto sia per impianti in Classe I che in Classe II, con grado di protezione IP55 a portella chiusa e XXB a portella aperta. Il quadro sarà montato su di un basamento in calcestruzzo unificato e alimentato dalla rete di distribuzione in bassa tensione dall'Ente Distributore.

Invece il sistema di sollevamento delle acque meteoriche e di illuminazione del sottopasso faranno capo ad un altro quadro sempre con involucro esterno in materiale isolante, adatto sia per impianti in Classe I che in Classe II, con grado di protezione IP55 a portella chiusa e XXB a portella

aperta. Il quadro sarà montato su di un basamento in calcestruzzo unificato e alimentato dalla rete di distribuzione in bassa tensione dall'Ente Distributore.

Il quadro standard è provvisto di un interruttore di magnetotermico generale ed è predisposto per il collegamento di vari circuiti trifasi o monofasi in relazione all'impianto considerato.

Ogni circuito deve essere protetto contro le correnti di sovraccarico, di cortocircuito e contro i contatti diretti ed indiretti con adeguato dispositivo automatico di sganciamento costituito da interruttore magnetotermico differenziale.

Ogni quadro deve essere predisposto per il collegamento di un apparato crepuscolare che permette l'accensione e lo spegnimento dei circuiti automaticamente, e in funzione dell'illuminamento ambientale.

Tutti i circuiti possono essere telecomandati e/o temporizzati, per la gestione di illuminazioni specifiche e in rispetto alla Legge Regione Lombardia n°17 del 27 Marzo 2000.

Ogni circuito deve essere dotato di un commutatore che permette di escludere il sistema automatico di comando tramite l'apparato crepuscolare e di alimentare manualmente i singoli circuiti.

### **11. Alimentazione agli apparecchi Illuminanti**

Per quanto concerne l'alimentazione dei quadri elettrici di comando dell'impianto si dovrà valutare con il gestore del servizio di distribuzione elettrica i punti di fornitura poiché il nuovo impianto sostituisce l'impianto esistente ampliando le utenze elettriche presenti nel tratto stradale considerato.

Per tutto lo sviluppo del circuito i cavi saranno di sezione costante; la linea trifase/monofase di alimentazione viene portata sino all'ultimo pozzetto del circuito e terminata con giunzione isolante.

La lunghezza delle linee di alimentazione sarà in ogni caso tale da garantire una caduta di tensione all'estremità del circuito inferiore al 5% della tensione nominale in accordo con quanto previsto dalla normativa CEI 64-8.

Le linee di alimentazione sono posate internamente ai cavidotti e/o canale metalliche di distribuzione per il tratto sul ponte.

L'alimentazione di ogni apparecchio illuminante deve essere realizzata con un cavo installato internamente al palo di sostegno.

La derivazione del cavo montante della linea di alimentazione dovrà essere realizzata internamente al pozzetto rompitratta installato sul cavidotto della linea di alimentazione in prossimità di ciascun palo; le connessioni dei conduttori di fase e di neutro del cavo di alimentazione di ogni apparecchio con i corrispondenti cavi di fase e di neutro della linea di alimentazione posata in cavidotto devono essere realizzate con muffole di derivazione.

Dovrà essere garantito il corretto equilibrio del carico sulle tre fasi di alimentazione.

### **12. Opere civili per posa quadro di comando**

I quadri saranno posizionati su di un basamento in calcestruzzo armato, con un'apertura per il passaggio dei cavi e provvisto di bulloni prigionieri per il bloccaggio dello stesso con il basamento. In corrispondenza del quadro deve essere posato un pozzetto per la derivazione dei circuiti.

## Relazione tecnica specialistica elettrica

## SOMMARIO

<b>1. PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI .....</b>	<b>3</b>
1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI E DI LEGGE.....	3
1.2 VALORI MASSIMI DELLA CADUTA DI TENSIONE .....	4
1.3 CONDUTTORI .....	4
1.4 DERIVAZIONI E GIUNZIONI .....	5
1.5 PROTEZIONI.....	5
1.6 IMPIANTI ELETTRICI ALL'ESTERNO .....	6
1.7 PRESCRIZIONI PER IMPIANTI ESEGUITI IN TUBAZIONE .....	6
1.8 DETERMINAZIONE DEI CARICHI .....	6
1.9 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI .....	7
1.10 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI .....	7
1.11 OGGETTO DEI LAVORI.....	7

# 1. PRESCRIZIONI TECNICHE GENERALI

## 1.1 RIFERIMENTI NORMATIVI E DI LEGGE

Gli apparati dovranno essere sostituiti secondo il più rigoroso rispetto delle prescrizioni e norme aggiornate in materia, con particolare riguardo a:

- Decreto 22 Gennaio 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.
- Decreto Legislativo 9 Aprile 2008 , n. 81: "Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro".
- Legge n. 186 del 1/3/1968;
- Legge n. 818 del 27/10/1984;
- Norme del Comitato Elettrotecnico Italiano in vigore alla data di inizio dei lavori di installazione
- Prescrizioni e raccomandazioni dell'Ente distributore di energia elettrica;
- Leggi della Regione Lombardia n. 17 del 27/03/2000: «Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso»;
- Delibera della Giunta Regionale n. 2611 del 11/12/2000: «Aggiornamento dell'elenco degli osservatori astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto»;
- Delibera della Giunta Regionale n. 7/6162 del 20/09/2001: «Criteri di applicazione della L.R. n. 17 del 27/03/01»;
- Legge Regionale 21 Dicembre 2004 n° 38: "Modifiche ed integrazioni alla L.r. 27 marzo 2000, N. 17«Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso» ed ulteriori disposizioni";
- prEN 12464-2 «Light and lighting - Lighting of work places - Part 2: Outdoor work places»;
- Norma prEN 13201/1: «Road lighting — Part 1: Selection of lighting classes» e Norma UNI 11248 «Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche»;
- Norma EN 13201/2: «Road lighting - Part 2: Performance requirements»;
- Norma EN 13201/3: «Road lighting - Part 3: Calculation of performance»;
- Norma EN 13201/4: «Road lighting -Part 4: Methods of measuring lighting performance»;
- Norma EN 13201/5: «Road lighting — Part 1: Selection of lighting classes»;
- Norma UNI 10439: «Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato», seconda edizione - Luglio 2001;
- Norma UNI 10819: «Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso». (solo per le definizioni, poiché superata dalla Legge Regionale 17/2000 per quanto riguarda i contenuti);
- Norma UNI EN 40: «Pali per illuminazione pubblica»;
- Norma CEI EN 60598 : «Apparecchi di illuminazione»;

- Norma CEI 34-33: «Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale»;
- Norme CEI 34 relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi di illuminazione in generale;
- 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 64-7: «Impianti elettrici di illuminazione pubblica»;
- Norma CEI 64-8: «Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000V».

In modo particolare la rispondenza degli impianti alle norme sopra specificate deve essere intesa nel modo più restrittivo; nel senso cioè che non solo l'installazione sarà adeguata a quanto stabilito dai suddetti criteri, ma sarà anche richiesta una analoga rispondenza alle norme da parte di tutti i materiali ed apparecchiature impiegati nella realizzazione degli impianti in oggetto.

Con preciso riferimento a quanto prescritto dalle norme di installazione degli impianti, saranno scelti materiali provvisti del Marchio Italiano di Qualità, di equivalente marchio europeo o di certificazione di rispondenza alle relative Norme CEI di prodotto.

In particolare gli apparecchi ed i materiali impiegati saranno idonei a resistere alle azioni meccaniche, chimiche o termiche alle quali potranno essere sottoposti durante l'esercizio, considerando combinati gli effetti dovuti alla temperatura ed all'umidità.

Gli impianti e le apparecchiature saranno costruiti tenendo conto delle caratteristiche dell'ambiente in cui saranno installati e delle funzioni alle quali dovranno adempiere.

Tutti i materiali che verranno forniti e tutti gli impianti che verranno eseguiti, saranno idonei per l'installazione in "ambienti esterni".

Oltre al rigoroso rispetto delle leggi e norme in materia, ai fini della progettazione e realizzazione degli impianti ci si dovrà attenere in modo specifico alla norma C.E.I. 64.8/7 "ambienti ed applicazioni particolari".

Vengono di seguito solo richiamate alcune prescrizioni di carattere generale o alcuni criteri più restrittivi delle norme.

### **1.2 VALORI MASSIMI DELLA CADUTA DI TENSIONE**

Per gli impianti di I categoria la tensione misurata in qualsiasi punto dell'impianto utilizzatore, quando sono inseriti e funzionanti al rispettivo carico nominale tutti gli apparecchi utilizzatori suscettibili di funzionare simultaneamente, deve presentare una caduta non superiore al 4% rispetto alla tensione misurata contemporaneamente all'inizio dell'impianto stesso.

### **1.3 CONDUTTORI**

Qui di seguito vengono descritti alcuni requisiti fondamentali per i conduttori e le relative pose.

#### Tipi di cavi

I cavi impiegati devono essere almeno del tipo FG7OR 0.6/1kV non propaganti l'incendio, il fumo e la fiamma in tubazione con grado di protezione almeno IP55.

I requisiti di non propagazione dell'incendio sono quelli riportati nelle norme C.E.I. 20.22; i requisiti di non propagazione della fiamma sono quelli riportati nelle norme C.E.I. 20.35.

### Posa dei cavi

I cavi devono essere adeguatamente protetti mediante tubi, canali o vani rigidi, precostituiti chiusi, anche se ispezionabili. La modalità di posa dovrà essere scelta tra quelle previste nella norma CEI 64-8/5.

### Identificazione dei conduttori di fase

I conduttori di fase devono essere di colore nero, grigio o marrone o comunque scuro.

Nelle morsettiere la posizione reciproca dei terminali dei conduttori di fase, di neutro e di protezione, deve essere la stessa in tutto l'impianto.

### Identificazione dei conduttori di neutro, di protezione e di terra

Devono essere chiaramente distinguibili fra loro e dagli altri conduttori dell'impianto. In particolare la colorazione deve essere blu chiaro per il neutro e giallo-verde per il conduttore di protezione.

### Sezioni minime dei conduttori di fase.

I conduttori di rame da impiegarsi per gli impianti di I categoria non devono avere sezione inferiore a 2.5 mm<sup>2</sup>. Tale valore può essere ridotto a 1.5 mm<sup>2</sup>. per conduttori di rame ricotto e rivestito purché collocati entro tubi, canali o guaine protettive e a 1 mm<sup>2</sup>. per i circuiti di segnalazione e telecomando (compresi i circuiti delle segnalazioni acustiche).

### Sezioni minime dei conduttori di neutro.

Per tutti gli impianti elettrici il conduttore di neutro deve assicurare, una portata non inferiore a quella dei conduttori di fase (ciò in relazione alla notevole presenza di armoniche in rete determinate dal tipo di carico); secondo le prescrizioni delle norme C.E.I..

### Sezioni minime dei conduttori di terra e dei conduttori di protezione.

Le sezioni scelte sono tali da soddisfare le più restrittive prescrizioni in proposito dettate dalle norme C.E.I. e dalle disposizioni di legge vigenti in materia antinfortunistica.

## **1.4 DERIVAZIONI E GIUNZIONI**

Le derivazioni e le giunzioni dei conduttori devono essere effettuate mediante morsettiere contenute entro cassette con grado di protezione come da progetto e realizzate in modo da:

- consentire la facile inserzione nei loro alloggiamenti delle estremità dei conduttori da connettere;
- permettere la giunzione senza provocare riduzioni della sezione dei conduttori;
- mantenere in permanenza la pressione di contatto;
- non alterarsi in ambiente umido.

Le giunzioni e le derivazioni non devono alterare la conducibilità, l'isolamento e la sicurezza dell'impianto e devono essere tali che la loro resistenza elettrica non aumenti apprezzabilmente col tempo; inoltre non devono essere sottoposte a sforzi meccanici. Il coperchio delle cassette di derivazione deve offrire buone garanzie di fissaggio ed essere apribile solo con attrezzo.

## **1.5 PROTEZIONI**

Si fa preciso riferimento agli specifici articoli delle norme C.E.I. relativi a:

- protezione contro i contatti diretti
- protezione contro i contatti indiretti
- protezione contro le sovracorrenti (sovraccarichi e corto circuiti)

- protezione contro gli effetti termici.

Le misure di protezione adottate devono essere ovviamente idonee ed adeguate alle caratteristiche dell'ambiente di installazione.

Si provvederà a realizzare la selettività di intervento delle protezioni dei circuiti, coordinando il sistema con le protezioni previste nei diversi quadri di distribuzione.

Detta selettività è prevista sia per gli interventi di massima corrente che per gli interventi di guasto a terra.

### **1.6 IMPIANTI ELETTRICI ALL'ESTERNO**

Le apparecchiature elettriche e gli apparecchi utilizzatori relativi ad impianti elettrici all'esterno devono avere grado di protezione adeguato alle condizioni di posa almeno pari ad IP55.

Ove necessario in relazione al rischio di danneggiamento devono essere impiegati esclusivamente cavi adeguatamente protetti contro i danneggiamenti meccanici.

Un impianto si deve considerare all'esterno qualora non sia contenuto in locali che lo riparino dagli agenti atmosferici; porticati, loggiati, intercapedini, grigliate e simili ambienti semiaperti implicano che il relativo impianto sia considerato all'esterno.

### **1.7 PRESCRIZIONI PER IMPIANTI ESEGUITI IN TUBAZIONE**

Ogni servizio od ogni impianto, anche se a pari tensione, usufruirà di una rete di tubazioni completamente indipendente e con proprie cassette di derivazione. Non sono altresì ammessi conduttori del medesimo circuito infilati in tubi diversi, né giunzioni di conduttori all'interno dei tubi.

Nell'esecuzione di impianti di illuminazione non è ammesso in nessun caso il transito delle linee di alimentazione attraverso il corpo illuminante: ciascun apparecchio deve avere la propria derivazione.

Il diametro interno dei tubi, sarà scelto in modo che il coefficiente di riempimento sia sempre minore di 0.4 (fattore di riempimento = rapporto tra sezione complessiva dei cavi e sezione interna del tubo); il diametro comunque sarà sempre maggiore o uguale a 1.3 volte il diametro del cerchio circoscritto dei cavi contenuti.

Tutte le curve saranno eseguite a largo raggio e non sono ammesse le derivazioni a T; in ogni caso dovrà essere garantito un agevole sfilabilità dei conduttori.

Si dovrà evitare di transitare con tubazioni in prossimità di condutture di fluidi ad elevata temperatura o di distribuzione dei gas, e di ammararsi a tubazioni, canali o comunque altre installazioni impiantistiche meccaniche.

I tubi previsti vuoti dovranno comunque essere infilati con opportuni fili piloti.

I tubi per impianti in vista devono essere infilati negli imbocchi delle relative cassette, scatole ed apparecchiature, in modo da garantire una tenuta con un grado di protezione non inferiore a IP55, utilizzando adatti raccordi.

### **1.8 DETERMINAZIONE DEI CARICHI**

Ai fini della determinazione delle potenze installate per l'illuminazione si farà riferimento alle norme illuminotecniche indicate in precedenza per le quali si definirà un coefficiente di contemporaneità relativo al dimensionamento generale dell'impianto pari a  $K_c = 1$ .

### **1.9 DIMENSIONAMENTO DEI CONDUTTORI**

La sezione dei cavi è dimensionata in base alle potenze dei carichi calcolati come nel paragrafo precedente, tenuto conto degli eventuali coefficienti di riduzione in funzione delle pose, in modo da non superare cadute totali di tensione fra l'inizio della fornitura e l'utilizzatore pari al 4% per tutti i circuiti.

Si è inoltre proceduto alla verifica del coordinamento tra le apparecchiature di protezione (interruttori, fusibili) e i cavi, controllando che siano verificate (come da norme CEI 64-8) le seguenti relazioni :

1)  $I_b < I_n < I_z$  (protezione contro i sovraccarichi)

2)  $I^2t < K^2S^2$  (protezione contro i corto circuiti)

Dove :

- nella relazione 1)  $I_b$  è la corrente d'impiego,  $I_n$  è la corrente nominale dell'interruttore,  $I_z$  è la portata del cavo

- nella relazione 2), in caso di c.to c.to,  $I^2t$  è la massima energia specifica passante dell' interruttore e  $K^2S^2$  è quella del cavo

La sezione non dovrà essere comunque inferiore a:

- 1.5 mm<sup>2</sup> nei circuiti luce;
- 1 mm<sup>2</sup> nei circuiti ausiliari e di segnalazione;
- 2.5 mm<sup>2</sup> in ogni altro circuito;
- uguale al conduttore di fase, con minimo di 2.5 mm<sup>2</sup> per il conduttore di protezione.

La scelta delle condutture elettriche è basata su quanto indicato dalla norma CEI 64-8.

### **1.10 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI**

Per la protezione contro i contatti indiretti sono state seguite le prescrizioni della norma CEI 64-8; fra le varie modalità descritte si è privilegiato il metodo della "Protezione mediante interruzione automatica del circuito".

In particolare il sistema di distribuzione di tipo TT al quale si farà riferimento per la definizione delle protezioni da collocare. In generale l'adozione di interruttori differenziali a protezione dei circuiti (singoli o a gruppi) soddisfa quanto prescritto dalle sezione della norma sopra considerata.

### **1.11 OGGETTO DEI LAVORI**

I lavori consistono nella fornitura e posa in opera degli impianti elettrici di illuminazione stradale relativi al nuovo ponte sul fiume Adda compreso quello esistente e di un sottopasso sempre per lo stesso intervento stradale. Inoltre si prevede l'illuminazione del ponte storico e del sistema di accessi al ponte stesso, nonché le alimentazioni dei sistemi di sollevamento delle acque meteoriche. Le opere che formano oggetto del presente appalto possono riassumersi come appresso, salvo quelle speciali prescrizioni che all'atto esecutivo potranno essere impartite dalla Direzione dei Lavori:

- ⇒ Installazione del nuovo quadro elettrico generale per il sistema di illuminazione stradale, per il sistema d'illuminazione del ponte storico e per il sistema di gestione accessi a quest'ultimo ponte;
- ⇒ Installazione del nuovo quadro elettrico generale per il sistema di illuminazione stradale del sottopasso e per il sistema di sollevamento delle acque meteoriche;

- ⇒ Collocamento dei cavi elettrici di distribuzione per l'alimentazione delle diverse utenze elettriche terminali.
- ⇒ Collocamento di nuove tubazioni interrate e canale di distribuzione sul lato dei ponti per poter eseguire la distribuzione impiantistica elettrica;
- ⇒ Esecuzione dell'impianto elettrico di illuminazione stradale come inserito nel presente progetto;
- ⇒ Nuovo impianto di illuminazione stradale costituito da pali posizionati lungo la parte laterale esterna delle due corsie di marcia comprensivi di sbracci e armature stradali con lampade al led;
- ⇒ Nuovo impianto di illuminazione da collocare sul ponte storico costituito da pali posizionati lungo la parte laterale esterna del ponte montanti armature stradali con lampade al led;
- ⇒ Nuovo impianto di illuminazione stradale del sottopasso costituito da armature stradali collocate a parete e montanti lampade al led;
- ⇒ Nuovo sistema di gestione degli accessi al ponte costituiti da un sistema di sbarre di accesso collocate nei due estremi del ponte, azionabili tramite telecomando o chiave in modo da gestire il flusso veicolare sul ponte storico;
- ⇒ Nuovi sistemi di sollevamento delle acque meteoriche, (n. 4 impianti lungo il nuovo percorso stradale) costituiti da vasca di accumulo e pompe di rilancio nei canali di scolo presenti nelle immediate vicinanze.
- ⇒ Esecuzione dell'impianto di terra.