



GRUPPO FS ITALIANE

# ANAS S.p.A. - Gruppo Ferrovie dello Stato Italiane

Cap. Soc. € 2.269.892.000,00 - Iscr. R.E.A. 1024951 - P.IVA 02133681003 - C.F. 80208450587  
Sede legale: Via Monzambano, 10 - 00185 Roma - Tel. 06 44461 - Fax 06 4456224  
Sede Compartimentale: Viale dei Mille, 36 - 50131 Firenze - Tel. 055.56401 - Fax. 075.573497  
Pec: anas.toscana@postacert.stradeanas.it

STRUTTURA TERRITORIALE TOSCANA - AREA GESTIONE RETE

## S.S.330 – Lavori di ricostruzione del ponte sul fiume Magra al km 10+422 STRALCIO 2 – PROGETTO DEL NUOVO PONTE E DELLE OPERE COMPLEMENTARI

### PROGETTO DEFINITIVO

COD. ACMSFI00586

#### PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTE:



MANDANTE:

MATILDI+PARTNERS

#### IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Ing. Filippo Busola – TECHNITAL  
Ordine Ingegneri Provincia di Verona al n. A2165

#### IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Emanuele Fresia – TECHNITAL  
Ordine dei Geologi Regione Veneto – n. 501/A

#### IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Geom. Stefano Caccianiga – POLITECNICA  
Collegio Geometri Provincia di Firenze n.3403/12

#### VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Giocchino Del Monaco

#### VISTO: IL DIRETTORE PER L'ESECUZIONE DEL CONTRATTO

Ing. Mirko Fagioli

PROTOCOLLO:

DATA:

#### IL PROGETTISTA:

##### GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE, PROGETTAZIONE STRADALE, GEOTECNICA E RAPPORTI CON ENTI:

Ing. Luciano Viscanti (Politecnica)–Ordine ingegneri Prov. Firenze n.5709

##### STRUTTURE:

Ing. Carlo Vittorio Matildi (Matildi+P)–Ord. ingegneri Prov. Bologna n.6457/A

##### IDROLOGIA ED IDRAULICA:

Ing. Alessandro Cecchelli (Politecnica)–Ord. ingegneri Prov. Grosseto n.760

##### AMBIENTE E PAESAGGIO:

Arch. Maria Cristina Fregni(Politecnica)–Ord. Architetti Prov.Modena n. 611

##### CANTIERIZZAZIONE E FASI ESECUTIVE:

Geom. Stefano Caccianiga–(Politecnica)–Collegio geometri Firenze n.3403/12

## PROGETTO ILLUMINAZIONE

### Relazione tecnica

CODICE PROGETTO

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

MSFI137 P 2001

NOME FILE

1301\_T02IM00IMP01A

PROGR. ELAB.

1301

REV.

A

SCALA:

-

CODICE ELAB. T02IM00IMP01

REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
D						
C						
B						
A	EMISSIONE	10/2020	POLITECNICA	F.Gasperini	L.Viscanti	F.Busola

## SOMMARIO

1	OGGETTO.....	2
2	RIFERIMENTI NORMATIVI .....	2
3	IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA .....	3
3.1	Premesse illuminotecniche .....	3
3.1.1	<i>Considerazioni generali sulle Norme UNI EN 11248.....</i>	3
3.1.2	<i>Criteri di individuazione delle categorie illuminotecniche.....</i>	4
3.2	Prescrizioni illuminotecniche.....	5
3.2.1	<i>Classificazione delle strade ed individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento ..</i>	6
3.3	Caratteristiche generali di una buona illuminazione .....	10
3.4	Inquinamento luminoso .....	10
3.4.1	<i>Valutazione inquinamento luminoso.....</i>	10
3.4.2	<i>Tipologia di installazioni.....</i>	11
4	IMPIANTO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE.....	12
4.1	Generalità .....	12
4.2	Tipologia delle apparecchiature .....	12
4.3	Rete bt di distribuzione.....	14
4.4	Opere da eseguire su impianto esistente .....	15
5	DIMENSIONAMENTO RETE ELETTRICA.....	15
5.1	Generalità .....	15
5.2	Calcolo della sezione dei cavi.....	15
5.3	Verifica della protezione da sovraccarico .....	16
5.4	Verifica protezione da cortocircuito .....	16
6	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	16
6.1	Apparecchi per l'illuminazione stradale .....	16
6.2	Armadi stradali .....	17
6.3	Pali metallici.....	18
6.4	Fondazione per pali.....	18
6.5	Cavi e conduttori per bassa tensione .....	20

## 1 OGGETTO

La presente relazione tecnica descrive i criteri per il dimensionamento degli impianti d'illuminazione di pertinenza di n.1 rotonda con relativi rami di imbocco, viabilità ciclopedonale sia sul nuovo ponte che in uscita dallo stesso nel tratto da ricostruire nella S.S.330 nel Comune di Aulla.

## 2 RIFERIMENTI NORMATIVI

- Raccomandazioni CIE;
- Norma CEI 64-8/714 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Sezione 714: Impianti di illuminazione situati all'esterno;
- Norma UNI 10819 Luce e illuminazione. Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso;
- Norma UNI 11248 - 2016 Illuminazione stradale. Selezione delle categorie illuminotecniche;
- Norma EN 13201 "Illuminazione stradale"
- Norma UNI EN 13201-2 Illuminazione stradale – Requisiti prestazionali;
- Norma UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale – Parte 3: calcolo delle prestazioni;
- Norma UNI EN 13201-3 Illuminazione stradale – Parte 4: metodo di misura delle prestazioni fotometriche;
- Norme UNI EN 40 Pali per illuminazione;
- Norma EN 12464-2 Light and lighting. Lighting of work places. Part 2: Outdoor work places;
- Legge n° 168 del 01.03.1968 "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione di impianti elettrici ed elettronici"
- Decreto n° 37 del 11.01.2008 "Regolamento concernente l'attuazione dell'Art. 11 – quarterdecies, comma 13, lettera a) della Legge n° 248 del 02.12.2005 recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti elettrici degli edifici"
- D.Lgs 81 del 09.04.2008 "Attuazione degli Artt. Del 03.08.2007, n° 123 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro"
- Gli impianti ed i componenti dovranno essere realizzati a regola d'arte e specificatamente:
- CEI 11.1: "Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata"
- CEI 11.17: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica"
- CEI 16.3: "Principi fondamentali e di sicurezza per interfaccia vano – macchina, la marcatura e l'identificazione principe di codifica per gl'indicatori e per gli attuatori"
- CEI 17.6: "Apparecchiature prefabbricate con involucro in metallo per tensioni da 1kV a 52kV"
- CEI 17.11: "Interruttori di manovra, sezionatori, interruttori di manovra, sezionatori e unità combinate con fusibili"
- CEI 17.13/1: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra a bassa tensione"
- CEI 11.13-3: "Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra a bassa tensione destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accessi al loro uso – Quadri di distribuzione ASD"

- CEI 20.22.II: “Prove di incendio su cavi elettrici”
- CEI 20.35: “Cavi non propaganti la fiamma”
- CEI 20.38: “Cavi non propaganti l’incendio a bassa emissione di fumi opachi o gas tossici”
- CEI EN 61386-1 CEI 23-80 “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 1: Prescrizioni generali”
- CEI EN 61386-23 CEI 23-83 “Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche Parte 23: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori”
- DM 27 settembre 2017, in G.U. n. 244 del 18 ottobre 2017 Acquisizione di sorgenti luminose per illuminazione pubblica, l’acquisizione di apparecchi per illuminazione pubblica, l’affidamento del servizio di progettazione di impianti per illuminazione pubblica.
- CEI 64-8 “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”
- Circolare Anas n. 17/2006 con allegate Linee Guida ed. Novembre 2006 revisionate in data Ottobre 2009
- D.Lgs. n. 81 del 09/04/2008 e s.m.i – “Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”
- D. M. dello Sviluppo Economico 22 gennaio 2008, n. 37 “Regolamento concernente l’attuazione dell’articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all’interno degli edifici”
- DM 2/11/2001 “Norme Funzionali e Geometriche per la costruzione delle strade”
- Legge Regionale 21 marzo 2000 n. 37 “Norme per la Prevenzione dell’inquinamento Luminoso”

### **3 IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA**

#### **3.1 Premesse illuminotecniche**

##### **3.1.1 Considerazioni generali sulle Norme UNI EN 11248**

Le nuove Norme UNI 11248 - 2016 forniscono le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificata e definita in modo esaustivo nelle Norme UNI 13201-2 mediante l’indicazione di una categoria illuminotecnica.

Le Norme si basano, nei loro principi fondamentali, sui contenuti scientifici del rapporto tecnico CIE 115 e recepisce i principi di valutazione dei requisiti illuminotecnici previsti nel rapporto tecnico CEN/TER 13201-1.

A tal fine introducono il concetto di parametro di influenza e la richiesta di valutazione dei rischi da parte del progettista.

Le Norme UNI 11248 individuano le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti della strada ed in particolare:

- indicano come classificare una zona esterna destinata al traffico ai fini della determinazione della categoria che le compete;
- forniscono la procedura per la selezione nella categoria illuminotecnica che compete alla zona classificata;
- identificano gli aspetti che condizionano l'illuminazione stradale ed attraverso la valutazione dei rischi, permette il conseguimento del risparmio energetico e la riduzione dell'impatto ambientale;
- forniscono prescrizioni sulle griglie di calcolo per gli algoritmi delle Norme UNI EN 13201-3 e le misurazioni in loco tratte dalle Norme UNI EN 13201-4.
- I parametri individuati nelle presenti Norme consentono di identificare una categoria illuminotecnica conoscendo:
  - la classe della strada nella zona di studio;
  - la geometria della zona di studio;
  - l'utilizzazione della zona di studio;
  - l'influenza dell'ambiente circostante.

Inoltre consentono di adottare le condizioni di illuminazione più idonee, in base allo stato attuale delle conoscenze, perseguendo anche un uso razionale dell'energia e con il contenimento del flusso luminoso disperso.

### **3.1.2 Criteri di individuazione delle categorie illuminotecniche**

#### ***Definizione della categoria illuminotecnica di riferimento***

- suddividere la strada in una o più zone di strada con condizioni omogenee dei pari parametri di influenza;
- per ogni zona di studio identificare il tipo di strada;
- noto il tipo di strada, individuare, con l'ausilio del prospetto 1 (UNI 11248), la categoria illuminotecnica di riferimento.

#### ***Definizione della categoria illuminotecnica di progetto***

Nota la categoria illuminotecnica di riferimento, valutare i parametri di influenza nel prospetto 2 (UNI 11248) e, considerando anche gli aspetti del contenimento dei consumi energetici, decidere se considerare la categoria illuminotecnica di riferimento con quella di progetto o modificarla, seguendo le indicazioni informative dei vari prospetti.

#### ***Definizione della categoria illuminotecnica di esercizio***

In base alle considerazioni esposte e agli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, introdurre, se necessario, una o più categorie illuminotecniche d'esercizio, specificando chiaramente le condizioni dei parametri di influenza che rendono corretto il funzionamento dell'impianto secondo la data categoria.

Il progettista, nell'analisi del rischio, può decidere di non definire la categoria illuminotecnica di riferimento, determinando direttamente la categoria illuminotecnica di progetto. L'adozione di impianti con le caratteristiche

variabili (variazione del flusso luminoso emesso) purché nel rispetto dei requisiti previsti dalla categoria illuminotecnica d'esercizio corrispondente, può rappresentare una soluzione per assicurare condizioni di risparmio energetico nell'esercizio e di contenimento del flusso luminoso emesso verso l'alto.

I valori dei parametri illuminotecnici specifici per ogni categoria sono intesi come minimi mantenibili durante tutto il periodo di vita utile dell'impianto di illuminazione.

In conseguenza, per la luminanza e l'illuminamento, i valori iniziali di progetto misurabili per un impianto di illuminazione saranno più elevati di quelli specificati per tenere conto, per esempio del deperimento delle lampade, della tolleranza di fabbricazione e dell'incertezza sui valori di coefficiente di luminanza "r", della pavimentazione stradale e dell'incertezza di misura in fase di verifica e di collaudo.

### **3.2 Prescrizioni illuminotecniche**

Tutti gli impianti di illuminazione saranno realizzati in classe II di isolamento, come ammesso dalla Norma CEI 64-8/714.

Potranno essere in classe I di isolamento gli apparecchi per illuminazione architettonica previsti prevalentemente sul ponte (per corsia ciclabile e corsia pedonale) nonché sulla rampa di accesso alla fermata TPL.

In particolare i componenti elettrici di classe II saranno i seguenti:

- Armature apparecchi illuminanti;
- Cavi elettrici;
- Morsettiere alla base dei pali.

### **3.2.1 Classificazione delle strade ed individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento**

La viabilità del tratto di strada di progetto è per caratteristiche associabile ad una strada di categoria C2 strade extraurbane secondarie con velocità da 70 a 90 km/h, corrispondente alla categoria illuminotecnica di riferimento M2; poiché non è previsto che le strade vengano illuminate se non nelle zone di intersezione (ivi comprese le rotonde), le strade di accesso con bracci di ingresso e di uscita possono essere assimilate a strade in zone di conflitto come indicate dalla Norma UNI EN 13201-2 e quindi corrispondenti alla categoria C (tabella riportata sotto).

Poiché lungo il ponte verranno illuminate esclusivamente la corsia pedonale e quella ciclabile, mentre non è prevista illuminazione sulla carreggiata stradale che avrebbe categoria illuminotecnica di ingresso M2, sia la ciclabile che la pedonale vengono considerate di categoria C2.

Per quanto riguarda le altre strade di progetto, è presente un tratto di qualche decina di metri che è considerata strada urbana di tipo F con velocità da 30-50 km/h, corrispondente alla categoria illuminotecnica di riferimento M4; dato che saranno utilizzati corpi illuminanti a led con  $ra > 70$  si declassa di una categoria illuminotecnica divenendo M5.

Per quanto riguarda il sottopasso pedonale, per aumentare il senso di sicurezza percepita dalla cittadinanza, verranno garantiti 20lux, 5 lux in più rispetto al livello P1.



Sopra riportata la planimetria dell'intervento con l'indicazione delle classiche illuminotecniche applicabili unita all'indicazione su quali siano le zone in cui è prevista illuminazione.

prospetto 1

**Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi**

Tipo di strada	Descrizione del tipo della strada	Limiti di velocità [km h <sup>-1</sup> ]	Categoria illuminotecnica di ingresso
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	Da 130 a 150	M1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade extraurbane	Da 70 a 90	M2
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	M2
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	Da 70 a 90	M3
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade extraurbane secondarie	50	M3
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	Da 70 a 90	M2
D	Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>	70	M2
		50	
E	Strade urbane di quartiere	50	M3
F <sup>3)</sup>	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2) <sup>1)</sup>	Da 70 a 90	M2
	Strade locali extraurbane	50	M4
		30	C4/P2
	Strade locali urbane	50	M4
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	C3/P1
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	C4/P2
	Strade locali urbane: aree pedonali, centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	C4/P2
	Strade locali interzonali	50	M3
30		C4/P2	
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>	Non dichiarato	P2
	Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>	30	

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792<sup>[10]</sup>.

2) Per le strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile con questa (prospetto 6).

3) Vedere punto 6.3.

4) Secondo la legge 1 agosto 2003 N° 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003 N° 151, recante modifiche e integrazioni al codice della strada".

prospetto 1 **Categorie illuminotecniche M**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato				Abbagliamento debilitante	Illuminazione di configuità
	Asciutto			Bagnato	Asciutto	Asciutto
	$\bar{L}$ [minima mantenuta] cd × m <sup>2</sup>	$U_0$ [minima]	$U_1^{a)}$ [minima]	$U_{ow}^{b)}$ [minima]	$f_{T1}^{c)}$ [massima] %	$R_{EI}^{d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

a) L'uniformità longitudinale ( $U_1$ ) fornisce una misura della regolarità dello schema ripetuto di zone luminose e zone buie sul manto stradale e, in quanto tale, è pertinente soltanto alle condizioni visive su tratti di strada lunghi e ininterrotti, e pertanto dovrebbe essere applicata soltanto in tali circostanze. I valori indicati nella colonna sono quelli minimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia possono essere modificati allorché si determinano, mediante analisi, circostanze specifiche relative alla configurazione o all'uso della strada oppure quando sono pertinenti specifici requisiti nazionali.

b) Questo è l'unico criterio in condizioni di strada bagnata. Esso può essere applicato in aggiunta ai criteri in condizioni di manto stradale asciutto in conformità agli specifici requisiti nazionali. I valori indicati nella colonna possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

c) I valori indicati nella colonna  $f_{T1}$  sono quelli massimi raccomandati per la specifica categoria illuminotecnica, tuttavia, possono essere modificati laddove siano pertinenti specifici requisiti nazionali.

d) Questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti illuminotecnici propri adiacenti alla carreggiata. I valori indicati sono in via provvisoria e possono essere modificati quando sono specificati gli specifici requisiti nazionali o i requisiti dei singoli schemi. Tali valori possono essere maggiori o minori di quelli indicati, tuttavia si dovrebbe aver cura di garantire che venga fornito un illuminamento adeguato delle zone.

prospetto 2 **Categorie illuminotecniche C basate sull'illuminamento del manto stradale**

Categoria	Illuminamento orizzontale	
	$\bar{E}$ [minimo mantenuto] lx	$U_0$ [minimo]
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20,0	0,40
C3	15,0	0,40
C4	10,0	0,40
C5	7,50	0,40

prospetto 3 **Categorie illuminotecniche P**

Categoria	Illuminamento orizzontale		Requisito aggiuntivo se è necessario il riconoscimento facciale	
	$\bar{E}^{a)}$ [minimo mantenuto] lx	$E_{min}$ [mantenuto] lx	$E_{v,min}$ [mantenuto] lx	$E_{sc,min}$ [mantenuto] lx
P1	15,0	3,00	5,0	5,0
P2	10,0	2,00	3,0	2,0
P3	7,50	1,50	2,5	1,5
P4	5,00	1,00	1,5	1,0
P5	3,00	0,60	1,0	0,6
P6	2,00	0,40	0,6	0,2
P7	Prestazione non determinata	Prestazione non determinata		

a) Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non deve essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo di  $\bar{E}$  indicato per la categoria.

### 3.3 Caratteristiche generali di una buona illuminazione

I caratteri dei parametri dell'illuminazione delle strade con traffico motorizzato sono ottemperate dalla Norme UNI 11248 che determinano:

- Valori d'illuminamento delle strade in funzione alle loro caratteristiche d'uso;
- Valori di uniformità delle strade in funzione alle loro caratteristiche d'uso;
- Valori dell'abbagliamento debilitante (fattore TI%) in funzione alle loro caratteristiche d'uso.

Gli adeguamenti e potenziamenti degli impianti d'illuminazione sono progettati al fine di rispondere alle prescrizioni tecniche delle Norme UNI 11248 "Illuminazione stradale", Norme CEI 64.8 - Sez. 714 "Impianti di illuminazione situati all'esterno", realizzando e superando i valori minimi sanciti dalle seguenti Norme, prendendo in esame gli aspetti principali della visione notturna su strade con traffico veicolare, come meglio specificato nei paragrafi che seguono.

### 3.4 Inquinamento luminoso

#### 3.4.1 Valutazione inquinamento luminoso

Di seguito viene verificato e valutato l'impianto di illuminazione secondo le indicazioni della norma UNI 10819 relativa alla riduzione dell'inquinamento luminoso ed in ossequio alle disposizioni di legge regionali.

La norma suddetta, per la valutazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce artificiale, definisce il rapporto medio di emissione superiore  $R_n$  come rapporto tra la somma dei flussi luminosi di progetto  $\Phi_{\theta,\psi}$  estesa a  $n$  apparecchi di illuminazione e la somma dei flussi luminosi totali  $\Phi_t$  emessi dagli stessi apparecchi, espresso in percento:

$$R_n = 100 \frac{\sum_n \Phi_{\theta,\psi}}{\sum_n \Phi_t},$$

dove  $\Phi_{\theta,\psi}$  è il flusso luminoso emesso nell'emisfero superiore da un apparecchio di illuminazione nelle condizioni nominali di installazione.

Sulla base della classificazione della zona in cui verranno installati gli impianti di illuminazione, viene definito il massimo valore di  $R_n$ , in modo che complessivamente nell'area oggetto del progetto, non siano superati i valori prescritti nel prospetto 1 della norma, riportati nella tabella seguente, o da regolamenti comunali specifici, qualora esistenti.

UNI 10819 – prospetto 1 – Valori massimi di $R_n$ in %			
Tipo di impianto	$R_n$ % max		
	Zona 1	Zona 2	Zona 3

A, B, C, D	1	5	10
E	Non ammessi	Ammessi solo se soggetti ad orario regolamentato	Ammessi

S		UNI 10819
Classificazione dell'impianto di illuminazione	<b>Tipo A</b>	(impianto di illuminazione pubblica)
Classificazione della zona	<b>Zona 3</b>	(territorio nazionale non classificato )

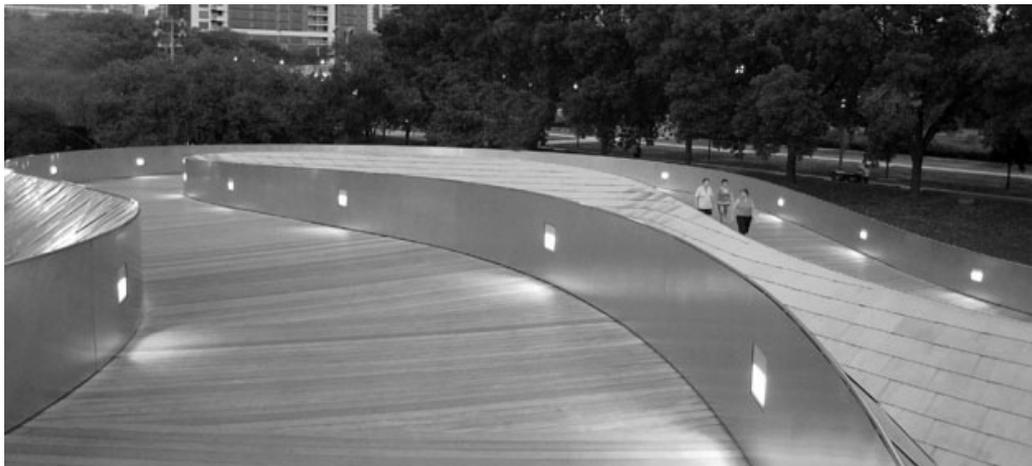
Si è infine deciso di adottare apparecchi illuminanti con ottiche “cut-off” al fine di evitare qualsiasi abbagliamento e con ottiche in grado di limitare la diffusione del flusso luminoso verso l’alto .

La norma indica anche un secondo metodo, destinato soprattutto per impianti in cui il calcolo di Rn può risultare particolarmente oneroso per impianti di illuminazione dal basso verso l’alto, utilizzati usualmente per l’illuminazione di monumenti, edifici, ecc., che non è stato ritenuto necessario per gli impianti in esame.

### **3.4.2 Tipologia di installazioni**

Pur essendo un intervento dall’estensione piuttosto limitata, saranno presenti a livello illuminotecnico diverse situazioni:

1. per quanto riguarda la rotonda, la nuova stradina urbana accanto al fiume ed il collegamento ciclopedonale tra la stazione TPL ed il ponte, questa verrà realizzata mediante armature di tipo stradale di potenza differente a seconda del requisito illuminotecnico da raggiungere. Saranno installate su pali di altezza 8m se per traffico stradale e di altezza 5m se per illuminazione di tratti ciclopedonali.
2. Per quanto riguarda l’accesso alla zona di accesso alla fermata della TPL, si prevederanno invece apparecchi a plafone sotto il sottopasso ed apparecchi da incasso lungo la rampa per l’illuminazione della stessa.



3. Per quanto riguarda invece il ponte saranno previste strip led sotto i corrimano, strip led sotto il cordolo ed un faretto per l'illuminazione dell'impalcato del ponte. Di seguito si riportano alcune immagini ad esempio mentre per i dettagli fare riferimento agli elaborati di progetto



## 4 IMPIANTO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE

### 4.1 Generalità

L'alimentazione di energia elettrica a servizio dei singoli impianti avverrà, da parte dell'ente distributore, con linee bt attestate al singolo contatore di energia (per la posizione consultare gli elaborati grafici).

### 4.2 Tipologia delle apparecchiature

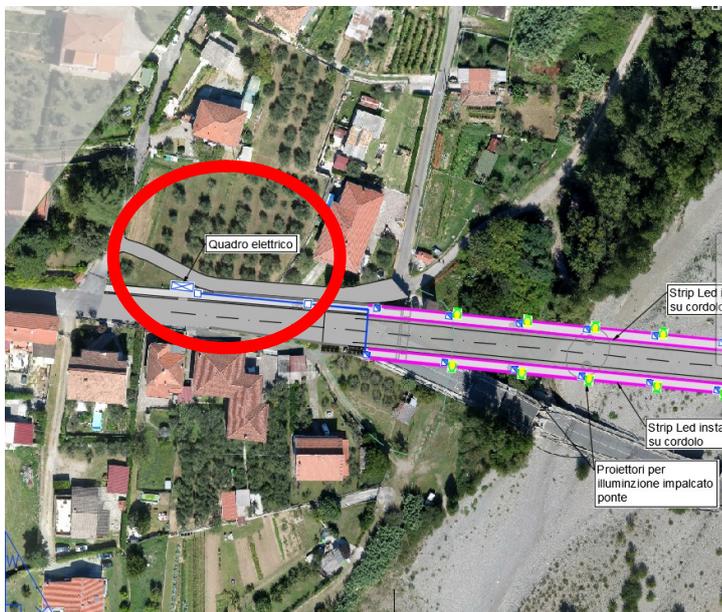
In corrispondenza di ogni impianto (nelle posizioni indicate sugli elaborati grafici) sarà installato il relativo Quadro di illuminazione (QR0x).

Il quadro di distribuzione, del tipo modulare con involucro in vetroresina, è dotato di due vani; il primo per l'alloggiamento del gruppo di misura dell'ente distributore e il secondo per l'alloggiamento del gruppo di potenza integrato che consente l'effettuazione dell'accensione e spegnimento automatico dell'impianto.

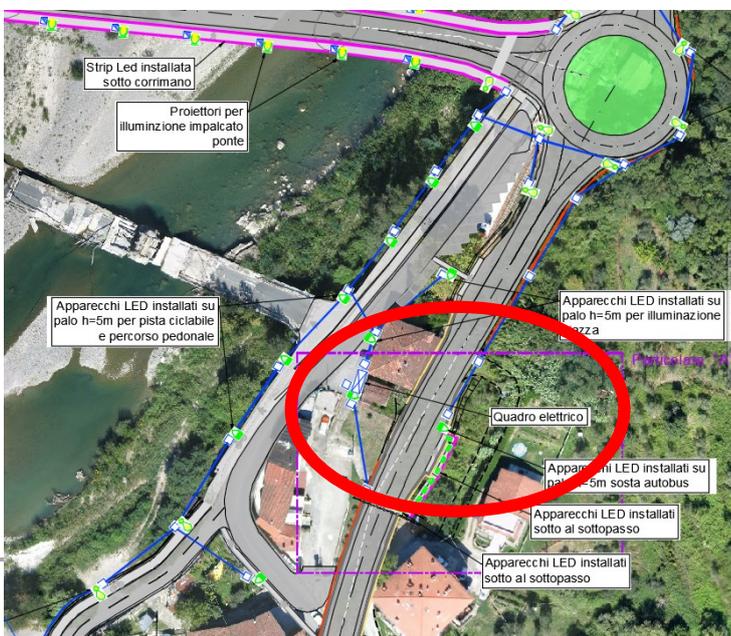
L'armadio stradale per la distribuzione secondaria dei circuiti luce dovrà essere completo di basamento ed equipaggiato con tutto il materiale elettrico necessario alla corretta alimentazione e protezione degli impianti ad esso sottesi.

Nella situazione di progetto si è ipotizzato di avere 2 quadri,

- uno lato Albiano a servizio dell'illuminazione del ponte,



- l'altro lato Caprigliola a servizio dell'illuminazione della rotonda, della strada di tipo urbano e di un tratto di ciclopedonale.



### **4.3 Rete bt di distribuzione**

Costituiscono oggetto del presente paragrafo le reti principali (o dorsali) bt derivate dai vari quadri di illuminazione per l'alimentazione delle apparecchiature in campo.

A valle dei quadri di comando attualmente partono più linee di alimentazione che alimentano tutti i corpi illuminanti con una distribuzione:

- monofase con neutro sino al punto di derivazione della linea (realizzato all'interno di apposito pozzetto), dal quale parte l'alimentazione per ogni singola lampada per il quadro lato Caprigliola
- trifase per il quadro lato Albiano. Questo infatti, dovendo illuminare una quantità importante di strip led, avrà un assorbimento elettrico ben superiore.

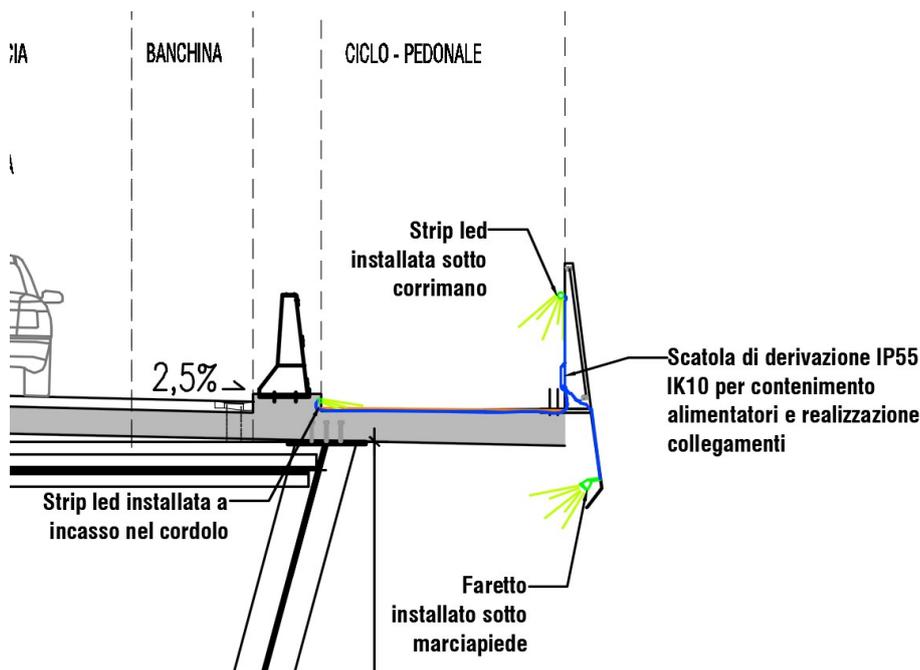
Le linee bt di distribuzione saranno interrate in cavidotti per l'alimentazione degli impianti a servizio delle rotatorie, costituiti da n.2 tubazioni in polietilene corrugato a doppia parete, serie pesante di diametro 110 mm.

I cavi saranno a norma CPR, del tipo FG16OR16, unipolari, delle sezioni indicate sugli elaborati di calcolo e dimensionamento.

La distribuzione terminale, dalla derivazione nel pozzetto al corpo illuminante, verrà realizzata in cavo multipolare, sempre a norma CPR, del tipo FG16OR16.

L'alimentazione degli apparecchi illuminanti avverrà dalle cassette di derivazione poste all'interno dei loro sostegni, costituite da morsettiera in classe di isolamento II provvista di un fusibile, per ciascun corpo illuminante, a protezione della fase.

Per quanto riguarda invece l'alimentazione del ponte, questa verrà realizzata mediante tubazioni in acciaio con una scatola di derivazione anch'essa in materiale metallico con resistenza agli urti IK10, all'interno delle quali verranno posizionati gli alimentatori a servizio delle strip led. I dettagli relativi alla distribuzione verranno meglio approfonditi nel corso delle successive fasi progettuali.



#### 4.4 Opere da eseguire su impianto esistente

Lungo la Strada statale 62, verrà inoltre modificato l'incrocio con via nuova. In corrispondenza di tale incrocio sarà necessario prevedere 2 apparecchi illuminanti aggiuntivi da collegare elettricamente sulla distribuzione esistente. Sia il palo che l'apparecchio illuminante dovranno essere di nuova fornitura mentre si dovrà rintracciare la linea elettrica esistente al palo illuminazione precedente e con nuova tubazione, si alimenteranno i nuovi apparecchi.

## 5 DIMENSIONAMENTO RETE ELETTRICA

### 5.1 Generalità

Il dimensionamento della rete elettrica è stato effettuato sulla base delle Norme CEI 64-8/4 per quanto attiene le prescrizioni sulla sicurezza (verifica della protezione dai sovraccarichi, dai cortocircuiti e dai contatti indiretti) mentre per quanto relativo alla portata dei cavi è stato fatto riferimento alla Norma 64-8/5 e CEI-UNEL 35024/1-2.

Il calcolo della sezione dei cavi è stato fatto prendendo a riferimento la potenza sottesa al cavo stesso nonché la massima caduta di tensione considerata per quel circuito; su ciascun circuito la caduta di tensione totale è stata contenuta nei limiti del 4% per i circuiti di illuminazione che rappresenta un valore ottimale per il buon funzionamento di tutti gli apparati. Si è tenuto altresì conto di una caduta di tensione dello 0,5% sulla fornitura.

### 5.2 Calcolo della sezione dei cavi

Il calcolo della sezione dei cavi dei vari circuiti è stato sviluppato sulla base delle Norme sopra citate considerando le condizioni di posa e la corrente nominale d'impiego.

Tale dimensionamento è strettamente connesso con altre verifiche e pertanto sarà eseguito in modo coordinato con queste.

I risultati del dimensionamento sono stati sviluppati con un programma di calcolo informatico.

### **5.3 Verifica della protezione da sovraccarico**

La verifica della protezione dai sovraccarichi è stata effettuata sulla base della relazione di cui al cap. 433.2 delle Norme CEI 64-8 che stabilisce il rapporto tra le caratteristiche della condotta e dell'organo di protezione.

Tale relazione stabilisce quanto segue:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \text{ ed } I_f \leq 1,45 \cdot I_z$$

Dove:

$I_b$ : corrente d'impiego,

$I_n$ : corrente nominale del dispositivo di protezione,

$I_z$ : portata della condotta,

$I_f$ : corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione.

### **5.4 Verifica protezione da cortocircuito**

La verifica della protezione dai cortocircuiti è stata effettuata sulla base della relazione di cui al cap. 434.3.2 delle Norme CEI 64-8 che stabilisce il rapporto tra le caratteristiche della condotta e l'integrale di Joule per la durata del cortocircuito.

Tale relazione stabilisce:

$$a) \quad I^2 t \leq k^2 S^2$$

Dove:

$I^2 t$  : integrale di Joule lasciato passare dall'organo di protezione della condotta,

$S$ : sezione del cavo;

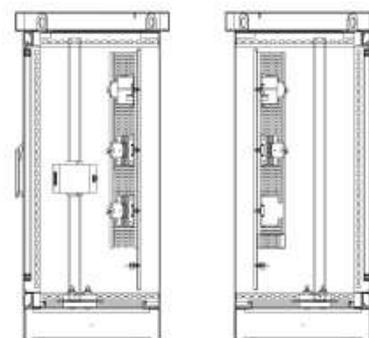
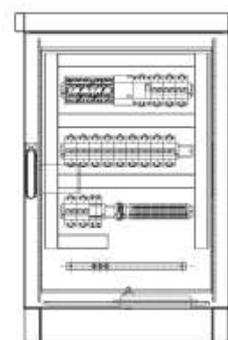
$k$ : coefficiente che tiene conto del tipo di cavo; (143 per cavi isolati in EPR/XLPE).

## **6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI**

### **6.1 Apparecchi per l'illuminazione stradale**

L'illuminazione stradale verrà assicurata da apparecchi con lampade LED delle quali si riportano le caratteristiche principali:

- Peso massimo: da 11,5 Kg a 25,3 Kg
- Resistenza agli urti: IK09
- Grado IP66
- Classe di isolamento: CLASSE 2
- Tensione di alimentazione: 220/240V 50/60Hz
- Alimentatore: Tipo elettronico (a richiesta anche dimmerabile-1/10V)
- Possibilità di telecomando: ad onde convogliate
- Numero di LED: 64 led (rotatoria) e 32led (strada)
- Potenza massima del sistema: 64led 174W – 32led 79W
- Temperatura di funzionamento: Ta comprese tra -40°C e +55°C
- Corpo e coperchio: In pressofusione di alluminio verniciato a polvere poliestere previo trattamento di fosfocromatazione, resistente alla corrosione ed agli agenti atmosferici.
- Viteria esterna: In acciaio INOX A2 – AISI 304
- Ingresso cavo: stagno di tipo M20
- Vetro: Tipo flat spessore 4mm extrachiario temprato termicamente fissato al corpo mediante incollaggio con silicone neutro e trattenuto con due staffe metalliche di sicurezza
- Piastra cablaggio estraibile.
- Guarnizioni: in gomma siliconica
- Attacco testa palo o braccio universale diametro da 33 a 60 mm oppure opzionale da 60 a 76mm.
- Ottica PMMA silicone
- Corrente di alimentazione LED: 800 mA (Ta max 55°C).
- Temperatura di colore della sorgente LED: 4000K
- CRI (indice di resa cromatica):  $\geq 70$
- Flusso luminoso: 64 led 20232 – 32 led 9466 lm
- Sbraccio 1mt per rispetto della distanza da barriera



## 6.2 Armadi stradali

Gli armadi stradali per la distribuzione dei circuiti di illuminazione dovranno essere a singolo vano, completi di basamento ed equipaggiati con tutto il materiale elettrico necessario alla corretta alimentazione e protezione degli impianti ad essi sottesi.

Nella figura successiva è riportato lo stralcio tipologico illustrativo, mentre si rimanda agli elaborati grafici descrittivi per una completa interpretazione dei riferimenti tecnici proposti a progetto.

Gli armadi dovranno essere dotati di basamento completo di pozzetto di manovra linee in cavo con chiusino in lamiera zincata a caldo (spessore minimo 7 mm), tubi corrugati in PVC Ø 63 annegati nella fondazione e telaio di sostegno per l'armadio costituito da profilo zincato a caldo con zanche a murare e con bulloneria in acciaio inox AISI 304.

### **6.3 Pali metallici**

I pali di supporto ai corpi illuminanti, dovranno essere di tipo conico diritto ottenuti con laminazione a caldo da tubi saldati ad alta resistenza ERW.

Dovranno essere realizzati in acciaio calmato tipo Fe 430 UNI-EN 10025, con carico unitario di resistenza a trazione  $\geq 410$  N/mm<sup>2</sup> e spessore minimo 4 mm; dovranno inoltre prevedere un trattamento di bitumazione interna.

Il processo di laminazione a caldo con macchina automatica a controllo elettronico deve consentire le seguenti tolleranze massime:

- sul diametro esterno:  $\pm 3\%$
- sullo spessore:  $\pm 0,3$  mm.
- sulla lunghezza totale:  $\pm 50$  mm.
- sulla rettilineità: 0,3 %

Dopo essere stati lavorati in fabbrica, devono essere protetti contro la corrosione mediante un procedimento di zincatura a caldo per immersione, secondo le modalità previste dalla Norma UNI-EN 40/4.

La chiusura dell'asola della morsettiera deve essere realizzata con portello in resina poliammidica rinforzata, avente un grado di protezione IP54 e provvisto di bloccaggio con chiave triangolare.

Le caratteristiche dimensionali dei pali devono essere corrispondenti a quelle che saranno desunte dai calcoli di progetto e completi delle seguenti lavorazioni:

- asola entrata cavi dimensioni 186x45 mm, posizionata a 500 mm centro foro dalla base del palo;
- asola per morsettiera dimensioni 186x45 mm, posizionata a 1800 mm centro foro dalla base del palo;
- piastrina di messa a terra con foro centrale di diametro 13 mm, posizionata all'interno dell'asola morsettiera a 1800 mm centro foro dalla base del palo;
- protezione base palo in guaina termorestringente bitumata di lunghezza 400 mm installata ripartendo tale lunghezza a 200 mm sopra piano calpestio e 200 mm sotto lo stesso

### **6.4 Fondazione per pali**

Nell'esecuzione dei blocchi di fondazione per il sostegno dei pali dovranno essere mantenute le caratteristiche dimensionali di massima indicate nei disegni di progetto, ai fini delle eventuali interferenze.

In particolare dovranno essere verificate, prima dell'esecuzione dei lavori, le distanze da eventuali guardia via al fine di mantenere le distanze minime ammesse tra questi ed i pali.

Tali distanze sono funzione del grado di deformabilità dei guardia via in caso di urti.

Come indicato nei disegni tipici di progetto, è stata prevista la seguente tipologia di fondazione in funzione dell'interramento del plinto stesso:

- plinto interrato: dimensioni indicative 800x800x1000 mm;

All'Appaltatore opere impiantistiche sarà demandato l'onere della verifica statica del blocco di fondazione e della relativa relazione di calcolo.

### **Plinto interrato**

- esecuzione dello scavo con misure adeguate alle dimensioni del blocco;
- formazione del blocco di fondazione in calcestruzzo dosato a 250kg di cemento tipo Portland classe 325 per metro cubo di miscela, inerte granulometricamente corretta ed avente pezzatura massima, quadro-tondo 51/64, per una Rbk maggiore o uguale a 25M/mm<sup>2</sup> (250kg/cm<sup>2</sup>);
- la superficie superiore dei blocchi dovrà essere sagomata, ancora in corso di getto, a quattro spioventi per assicurare l'allontanamento dell'acqua dalla base dei pali e tutte le parti in vista dovranno essere intonacate con malta dosata a 4,00 q.li di cemento tipo Portland classe 325 per metro cubo di sabbia vagliata;
- esecuzione della nicchia per l'incastro del palo, con l'impiego di cassaforma;
- per il pozzetto inglobato nel blocco di fondazione: esecuzione del pozzetto delle dimensioni riportate a progetto, con l'impiego di cassaforma;
- fornitura e posa in opera, entro il blocco di calcestruzzo, di spezzoni di cavidotto in materiale plastico da connettere alla via cavi. n.2 spezzoni di tubazione flessibile in PVC diametro esterno 80 mm (se non diversamente indicato), tra il pozzetto e la nicchia per l'incastro del palo, in corrispondenza dell'asola avente di norma dimensione 150x50 mm presente sul palo, per il passaggio dei conduttori, posizionata con il bordo inferiore a 500 mm dal previsto livello del suolo;
- riempimento eventuale dello scavo con materiale di risulta o con ghiaia naturale accuratamente costipata; trasporto alla discarica del materiale eccedente secondo le indicazioni della D.L. ovvero delle disposizioni contrattuali;

Nel caso in cui i blocchi di fondazione venissero a trovarsi in scarpate di terra o di materiale friabile e non fosse possibile spostarli in terreni più adatti, gli stessi dovranno essere protetti da apposito sistema di ritenuta.

## 6.5 Cavi e conduttori per bassa tensione

Sono ammessi conduttori di primaria marca e dotati di Marchio Italiano di Qualità (o marchio equivalente) e rispondenti alla normativa specifica vigente (CEI ed UNEL).

Per quanto concerne il colore dell'isolamento dei conduttori si fa riferimento alla tabella UNEL 00722 e più precisamente:

- Fase R: nero
- Fase S: grigio
- Fase T: marrone
- Neutro: azzurro
- PE: giallo-verde

L'azzurro ed il giallo-verde non potranno essere utilizzati per altri servizi, nemmeno per gli impianti ausiliari, salvo quanto specificatamente previsto dalla normativa tecnica vigente.

Eventuali circuiti SELV dovranno avere colore diverso dagli altri circuiti.

I cavi per energia devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore:

- 1,5 mm<sup>2</sup> per circuiti luce
- 2,5 mm<sup>2</sup> per circuiti FM

L'isolamento dovrà essere idoneo alle condizioni di posa.

A seconda delle applicazioni e delle specifiche di progetto, i cavi possono essere scelti tra i seguenti (tutti non propaganti la fiamma), in accordo con le prescrizioni del CPR (regolamento Prodotti da Costruzione EU 305/2011):

- Senza guaina: FG17 450/750 V
- Con guaina in rame: FG16OR16 0,6/1 kV, FG16OM16 0,6/1 kV, FTG10(O)M1 0,6/1 kV
- Con guaina in alluminio: ARG7(O)R-0,6/1 kV

All'esterno e per impianti interrati saranno utilizzati cavi in alluminio corda rigida compatta in classe 2 (sezione  $\geq 16\text{mm}^2$ ), con guaina PVC qualità Rz, (ad es. tipo ARG7(O)R-0,6/1 kV).

I cavi per i circuiti di comando e segnalazione devono avere conduttore in rame con sezione non inferiore a 0.5 mm<sup>2</sup> e isolamento idoneo alle condizioni di posa.

Ferma restando la prescrizione di suddivisione in canalizzazioni diverse dei cavi afferenti a categorie diverse, tutti i cavi contenuti in una stessa canalizzazione devono essere isolati per la tensione massima prevista dai diversi sistemi presenti.

Le sezioni dei conduttori devono essere commisurate alle correnti di impiego e alla corrente nominale delle protezioni in modo che ne sia garantita la protezione contro i sovraccarichi ed i cortocircuiti nelle reali condizioni di

posa (al più può essere autorizzata, ove motivatamente richiesta, l'omissione della protezione contro i sovraccarichi nei circuiti di alimentazione di impianti di illuminazione, peraltro sempre auspicata).

Le sezioni dei conduttori inoltre devono garantire che le massime cadute di tensione tra l'origine dell'impianto e qualsiasi punto dell'impianto stesso non superino il 4%.

I cavi interrati direttamente o posati in tubo protettivo non idoneo a proteggerli meccanicamente devono essere posati ad almeno 0.5 m di profondità e devono essere protetti con apposita lastra o tegolo. Non è prescritta alcuna profondità minima di installazione se il cavo risulta protetto meccanicamente nei confronti degli usuali attrezzi manuali di scavo da idonea protezione meccanica (ad es. tubazione di caratteristiche adeguate).

Le tubazioni interrate devono far capo a pozzetti di ispezione di adeguate dimensioni, dotati di robusti chiusini, specie per le aree carrabili.

Per quanto concerne tipo di posa, raggi di curvatura, temperatura di posa, ecc., si dovranno seguire scrupolosamente le prescrizioni imposte dalle normative che regolano la materia, nonché le raccomandazioni da parte del Costruttore.

L'attestazione ai poli delle apparecchiature di sezionamento o interruzione sarà effettuata a mezzo capicorda a pinzare, con pinzatrice idraulica in modo che il contatto tra conduttore e capicorda sia il più sicuro possibile.

I tipi di cavo da utilizzare, nonché la loro formazione, sono definiti negli altri documenti di progetto (in particolare si vedano gli schemi elettrici unifilari dei quadri).

Le tubazioni interrate dovranno rispondere alle seguenti caratteristiche costruttive e di posa (salvo diversa prescrizione di progetto o indicazione della DL):

- Dovranno avere le caratteristiche dimensionali e lo sviluppo indicati nei disegni di progetto
- Essere di materiale termoplastico (polietilene) e dotate di sufficiente resistenza allo schiacciamento (> 450 N), in relazione al tipo di posa previsto
- Avere giunti di tipo a bicchiere, sigillati con apposito collante, ovvero di tipo filettato, per evitare lo sfilamento e le infiltrazioni di acqua. Non saranno ammesse giunzioni lungo tutto il tratto di tubo
- Essere posate a circa 0,5 m di profondità, avendo cura di stendere sul fondo dello scavo e sopra il tubo, una volta posato, uno strato di sabbia di circa 5-10 cm di spessore; in ogni caso, la metodologia di posa deve essere coerente con il tipo di tubazione utilizzata, oltre che con le prescrizioni di enti pubblici eventualmente proprietari dei luoghi e di enti fornitori di sottoservizi, in tema di parallelismi ed incroci con gli tassi
- Sopra il cavidotto sarà posato nastro avvisatore in polietilene con dicitura e colore definiti in sede di progetto o DL
- Dovranno, in corrispondenza ai cambiamenti di direzione e comunque ad intervalli indicativi di 30-40 m nei tratti rettilinei, attestarsi a pozzetti di ispezione completi di contrassegno di identificazione (scritta con vernice resistente o targhette fissate tramite tasselli ad espansione)

- Tutti i pozzetti dovranno essere senza fondo, o comunque con fon adeguati ad evitare il ristagno dell'acqua al loro interno
- I tratti rettilinei orizzontali dovranno essere posati con pendenza verso un pozzetto per evitare il ristagno dell'acqua all'interno della tubazione
- Il tratto entrante nel basamento del quadro elettrico deve essere posato con pendenza verso l'esterno, per evitare l'ingresso di acqua nello stesso
- Dopo aver infilato i cavi, le estremità all'interno del quadro elettrico dovranno essere chiuse e sigillate con tappo o passacavo stagno
- Prima della chiusura degli scavi dovrà essere avvisata con sufficiente anticipo la DL, in modo da consentire un esame a vista delle modalità con cui è stata effettuata la posa delle tubazioni
- I tubi vuoti saranno corredati di filo pilota in acciaio zincato di adeguata robustezza

In linea di principio, nello stesso tubo non dovranno essere presenti conduttori afferenti a servizi diversi, anche qualora funzionanti alla medesima tensione di esercizio.

I tubi posati per riserva dovranno comunque essere dotati di opportuni fili-pilota, in materiale non soggetto a ruggine, e dovranno essere chiusi con tappi filettati e lasciati tappati anche dopo la fine dei lavori.

