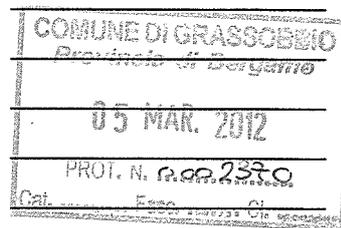


# COMUNE DI GRASSOBBIO (BG)

COMMITTENTI PROPRIETARI:

Consenti Ferdinando  
Capiccioli Giovanni  
Mazzilli R.  
Beretta Tobia  
Germoni Giuseppina

D. Beretta  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_



PROGETTO:

**OPERE DI URBANIZZAZIONE PRIMARIA**  
 DEL PIANO DI LOTTIZZAZIONE RESIDENZIALE DEL COMPARTO "C 14"  
 DENOMINATO :  
**"LOTTIZZO BERETTA"**

OGGETTO:

**AREA DEI SINGOLI LOTTI  
 e PISTA CICLOPEDONALE  
 - RELAZIONE TECNICA DEGLI INTERVENTI -**

ALLEGATO:

**A**

Febbraio/2012

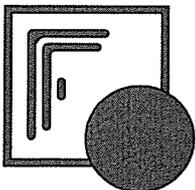
SCALA: /

CLIENT NUMBER: 1049

AGGIORNAMENTI:	1		
	2		
	3		
	4		
	5		APPROVAT. CON DELIBERAZIONE
	6		DI ..... <u>CONSIGLIO</u> ..... COMUNALE
	7		N° ..... <u>3</u> ..... DEL ..... <u>14-03-2012</u> .....

## Studio Tecnico Arch. Osvaldo Forlani

Viale Europa n. 8 - 24050 Grassobbio (BG) - Tel. 035/525124 - Fax. 035/525124  
 e.mail: info@studioforlani.it - C.F. FRLSLD52S07M147G - P.I. 00630280162  
 ALBO ARCH. PROV. DI BERGAMO n. 320



SI RISERVA LA PROPRIETA' DEL PRESENTE  
 DISEGNO VIETANDONE LA RIPRODUZIONE  
 SENZA AUTORIZZAZIONE SCRITTA.  
 (Legge 22/04/1941 n. 663)

TIMBRO E FIRMA  
 DEL TECNICO PROGETTISTA:



P.I. ALBERTO BATTISTINI  
 studio progettazioni elettrotecniche

## **1 – OGGETTO**

Il progetto prevede la realizzazione dell'impianto elettrico e di illuminazione nell'ambito della "Lottizzo Beretta" (comparto C14) in Comune di Grassobbio e dovrà essere realizzato essenzialmente in conformità alle Norme UNI 11248, alla Legge 17/2000 della Regione Lombardia e al Piano Regolatore Comunale della Pubblica Illuminazione, con l'adozione di apparecchiature in armonia con quanto esistente nelle zone limitrofe.

In particolare l'impianto sarà dimensionato con l'obiettivo di ridurre i costi di gestione dell'ordine del 35% e di consentire una durata delle sorgenti luminose di 50.000 ore (12 anni).

La redazione del progetto è stata preceduta da sopralluogo e dall'analisi dei rischi come richiesto dalle Norme UNI 11248 Art. 7 al fine di determinare la categoria illuminotecnica d'esercizio.

## **2 – CARATTERISTICHE GENERALI DELL'IMPIANTO**

L'impianto da realizzare riguarda il "Lottizzo Beretta" con le sue tre rotatorie e strade di PRG con relativi parcheggi, avente come obiettivo di ottemperare le Norme UNI 11248 e di contenere i costi di gestione a seguito dell'evoluzione della tecnologia LED, con la seguente consistenza tecnico/costruttiva:

- Nuovo punto di consegna energia da 10kW / 380V+N il cui gruppo di misura sarà inserito nel vano del Quadro Elettrico con le apposite apparecchiature di telecontrollo;
- Realizzazione di tutte le opere di scavo e di ripristino per:
  - scavo a sezione obbligata da 40x60cm con relativo ripristino;
  - posa di tubazioni in polietilene da Ø 110mm / 63 mm;
  - realizzazione di pozzetti in cls da 330/400/500 mm con chiusini in ghisa carrabile che intercettazione le tubazioni in polietilene;
  - realizzazione dei plinti in cls da 1000x1000x1000 mm e da 800x800x800 mm connessi ai rispettivi pozzetti di derivazione;
  - formazione di n°3 plinti per torre-faro fisse da 1200x2200x2200 mm
- Formazione dell'impianto di terra a servizio del Quadro Elettrico e delle apparecchiature di sicurezza in prossimità del passaggio pedonale con l'utilizzo di dispersori di terra a picchetto da 1500x50x5x5 mm e di corda di rame isolata g/v da 16 mm<sup>2</sup>;
- Illuminazione di Via Traversa Capanelle ed ingresso alla lottizzazione con palificazioni a doppio sbraccio ed apparecchi illuminanti a Led in grado di assicurare:
  - 1 cd/m<sup>2</sup>;
  - 20 lux nella zona di intersezione ed accesso ai parcheggie dotati di piastra Led da 60.000 ore.

- Realizzazione dell'impianto elettrico e di illuminazione dell'area verde del "lottizzo Beretta" con:
  - pannello elettrificato con motore a 24V con batterie in grado di attivarsi anche in assenza della tensione di rete;
  - alimentazione con cavo FG7(O)R da 3x6mm<sup>2</sup> a partire del Q.E.
  - palificazioni ornamentali in acciaio verniciato grigio antracite ed apparecchi illuminanti aventi tecnologia Led da 66W
- Completamento dell'impianto di illuminazione della pista ciclopedonale con la realizzazione di n°29 punti luce aventi palificazioni in acciaio zincato verniciato da 5.000 mm, completi di cima-palo ornamentali da 1000 mm ed apparecchi illuminanti stradali in fusione di alluminio "Milewide" con ottica diffondente a tecnologia Led comprensivi di n°32 Led alimentate a 530mA
- Realizzazione dell'impianto di visualizzazione degli ostacoli con l'impiego di lampeggiante a tecnologia Led in conformità a quanto previsto ed alimentato da gruppo a 220Vac/12Vdc;
- Posa della linea di alimentazione in cavo FG7(O)R derivato dal Quadro Elettrico in esecuzione da 2x1x6mm<sup>2</sup> / 2x1x10mm<sup>2</sup> / 2x1x16mm<sup>2</sup>
- Illuminazione delle strade di PRG con l'impiego di:
  - palificazioni in acciaio zincato e verniciato da 8.000mm fuori terra (Philips tipo Milewide (o e. a.)
  - cime-palo ornamentali Philips composte da un elemento orizzontale da 1.000 mm completo di tirante in acciaio:
  - apparecchio illuminante per impianti stradali da "Arredo Urbano" in fusione di alluminio da 697x334x219mm a tecnologia Led da 40/48/64 sorgenti luminose alimentati a 530mA con durata utile di 60.000 ore, tipo "Milewide LedGine"

### 3 – CONSIDERAZIONI GENERALI

Un impianto di illuminazione è considerato idoneo quando consente di avere una percezione visiva rapida e sicura delle caratteristiche del percorso stradale e degli ostacoli, eventualmente presenti sulla carreggiata, entro lo spazio necessario per effettuare le corrette manovre di arresto del veicolo o altre manovre d'emergenza.

Durante le ore notturne un aspetto importante ai fini preventivi è rappresentato dalla qualità degli impianti di Pubblica Illuminazione che devono adeguatamente soddisfare le esigenze visive dell'utente della strada.

Le caratteristiche dell'impianto di illuminazione stradale devono essere tali da consentire all'occhio umano una corretta visione e vanno realizzate in funzione delle caratteristiche fisiche proprie dell'occhio nella visione notturna di un automobilista riassunte nei seguenti aspetti fondamentali:

- Quantità e qualità della luce (luminanza, illuminamento, uniformità);
- Percezione degli ostacoli (acuità visiva e sensibilità dei contrasti)
- Perturbazione della visione (abbagliamento molesto ed incapacità)
- Corretta guida visiva.

Questi fenomeni sono strettamente correlati tra loro, in quanto la variazione di un singolo fenomeno comporta un adattamento automatico dell'occhio umano alle mutevoli condizioni di visibilità e sono strettamente legati alla luminanza della sede stradale e quindi alle caratteristiche del manto stradale.

Particolare attenzione si dovrà porre agli attraversamenti pedonali non regolati dall'impianto semaforico, in quanto sarà necessario ottenere alti livelli di contrasto e di illuminazioni verticali al fine di vedere e farsi vedere dall'eventuale automobilista.

In passato, una delle ragioni per la quale si faceva ricorso a sistemi di illuminazione al Sodio Alta Pressione era l'efficienza energetica, oggi a seguito del continuo miglioramento delle prestazioni, le fonti di luce bianca di ultima generazione come Cosmopolis e Led consentono un risparmio energetico superiore a quello delle lampade Sodio Alta Pressione.

La luce bianca è essenziale per fare in modo che le persone si sentano più sicure per strada quando escono di notte.

Attraverso una migliore resa cromatica ed **una maggiore luminosità percepita**, è più facile identificare oggetti, colori, forme ed altri dettagli.

In particolare si possono riconoscere le caratteristiche fisiognomiche del volto anche a distanza e ciò contribuisce a ridurre notevolmente il senso di pericolo.

La luce bianca crea una sorta di "circolo vizioso" quando chi vive in città si sente più sicuro per strada riappropriandosi degli spazi pubblici e scoraggiando delinquenza e vandalismo.

La sicurezza stradale dipende principalmente dal livello di luminosità.

I test condotti hanno dimostrato che, grazie alla luce bianca, i conducenti riescono ad individuare movimenti ai lati della strada in modo maggiormente tempestivo e riconoscere il pericolo ad una distanza maggiore.

Si tratta di una abilità importante poiché allunga il tempo a disposizione dei conducenti per effettuare l'arresto, nel caso in cui minori, adulti, ciclisti o animali siano in procinto di attraversare la strada, oppure in caso di veicoli in avvicinamento in modo inaspettato.

Da un altro punto di vista, vale lo stesso discorso per i pedoni, che hanno maggiore probabilità di notare il traffico di avvicinamento e di reagire in maniera adeguata.

La luce bianca, quindi, rende le strade più sicure e contribuisce ad evitare incidenti gravi o addirittura mortali, migliorando sensibilmente la qualità della vita notturna per chi risiede in aree edificate.

#### 4 – DATI DI BASE DEGLI IMPIANTI

Tutti gli impianti elettrici e di illuminazione saranno derivati dal nuovo Quadro Elettrico con apparecchiature di telecontrollo avente i seguenti dati di base:

- Potenza contrattuale : **10kW**
- Tensione di alimentazione : **380V+N**
- Sistema : **TT**
- Punta di Cto-Cto ENEL : **6kA**
- Caduta di tensione fondo linea : **3,5-5%**
- Fattore di potenza : **0,950**
- Tipo di impianto : **gruppo "B"**
- Sezione minima dei conduttori : **2,5 mm<sup>2</sup>**
- Protezione da contatti diretti : **CEI 64.8 Art. 714.412**
- Protezione da contatti indiretti : **CEI 64.8 Art. 714.413**
- Resistenza di isolamento verso terra : **CEI 64.8 Art. 714.311**
- Distanziamenti : **CEI 64.8 Allegato A.3.1**
- Impianto di derivazione i cui centri luminosi sono derivati dalle linee di alimentazione e risultano in parallelo di gruppo "B", alimentati a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata;
- Classificazione delle strade (PRG) "Strada urbana locale"  
Tipo "F" – Categoria "ME4b"
- Classificazione di Via Basella "Strada urbana di quartiere"  
Tipo "C" – Categoria "ME3c"
- Classificazione delle rotatorie Categoria **CE2**
- Classificazione della pista ciclo-pedonale e marciapiedi Categoria **S3**

L'adozione di apparecchi illuminanti a tecnologia Led consentirà di mantenere le caratteristiche di progetto per almeno 60.000 ore con una manutenzione pressoché trascurabile e completo di modulo elettronico in grado di ridurre i costi di gestione del 34% (UNI 11248 e Art. 6 Legge Regionale n°17/2000)

## **5 – PRESCRIZIONI NORMATIVE**

Gli impianti elettrici e di illuminazione che si andranno a realizzare dovranno rispondere alle seguenti Leggi e Normative e più precisamente:

- D.P.R. n°547/55
- Legge n°186 del 01.03.1968
- Norme CEI 64.8 “Impianti utilizzatori con tensione sino a 1000V”
- Norme CEI 64.8 - Sez. 714 “Impianti di illuminazione situati all’esterno”
- Norme UNI 11248 “Illuminazione stradale” – “Selezione delle categorie illuminotecniche”;
- Norme EN 13201-2 “Illuminazione stradale”- Requisiti prestazionali”
- L.R. n°17 del 27.03.2000 “Misure vigenti in tema di risparmio energetico ed uso d’illuminazione esterna e di lotta all’inquinamento luminoso”
- L.R. n°38 del 21.12.2004;
- Circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n°2357 del 16.05.1996
- Guida CEI 64.12 “Guida alla realizzazione degli impianti di terra”
- Norme CEI 34.21 “Apparecchi illuminanti”

ed in particolare saranno rispettati i specifici articoli delle Norme CEI 64.8 / 64.8 Sez. 714 e Legge 17/2000 della Regione Lombardia

### **5.1 - Prescrizioni alle Norme CEI 64.8 – Sez. 714**

#### **a. Protezione da contatti diretti (Norme CEI 64.8 Art. 714.412)**

La Norma CEI 64.8 Sez. 714 stabilisce che per la protezione da contatti diretti è necessario adottare le seguenti soluzioni impiantistiche:

- Grado di protezione IPXXB solo per i componenti installati a 3 metri o più dal suolo (Ex IP2X).
- Grado di protezione IPXXD (Ex IP4X) per i soli componenti installati a meno di 3 metri.
- Gli apparecchi d’illuminazione stradale muniti di coppa di chiusura delle lampade dovranno avere un grado di protezione IPXXD.
- L’apertura degli involucri per organi d’esercizio dovrà essere possibile solo mediante attrezzi e si raccomanda di provvedere sino a tre metri di altezza, sistemi di chiusura degli involucri richiedenti l’uso di utensili non comuni (chiavi per bulloni a testa triangolare, chiave a brugola ecc.)

#### **b. Protezione contro i contatti indiretti (Norme CEI 64.8 Art. 714.413)**

Per quanto riguarda la protezione da contatti indiretti per impianti appartenenti al gruppo “B”, individuazione con tensione di alimentazione inferiore a 1000V in corrente alternata con la seguente metodologia:

- Impiego di componenti di classe II (doppio isolamento) e perché tale sistema non richiede la messa a terra dei sostegni è necessario dotare i cavi con guaina con tensione normale almeno pari a 750/1000V e la tensione di tenuta verso massa di tutti i componenti non deve essere inferiore a 4000V.
- Inoltre i cavi fanno capo a morsetti contenuti in scatole di derivazione di classe II e che anche gli apparecchi siano di classe II.
- Tale soluzione è da adottare per l'alimentazione dell'asse stradale composto da apparecchi illuminanti di classe II.
- Messa a terra e interruzione per l'alimentazione per sistemi TT.
- Tale procedura sarà adottata per l'alimentazione delle torri faro e per l'impianto del sottopasso realizzando un idoneo impianto di terra costituito da un dispersore a picchetto e corda di rame isolato da 16 mm<sup>2</sup>. che li collega e li connette alla sbarra generale del Quadro Elettrico, ottenendo una resistenza di terra unica di tutto l'impianto che sarà poi a sua volta coordinata con il valore d'intervento della corrente del differenziale preposto all'interruzione automatica del circuito, al fine di ottemperare la relazione:

$$Ra \cdot Ia \leq 50 \text{ V} \quad \text{dove:}$$

Ra = è il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori o la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (ohm)

Ia = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)

50V = è il valore della tensione di contatti limite (V).

secondo le Norme CEI 64.8 Art. 413.1.4.2

#### c. Resistenza d'isolamento verso terra (Norme CEI 64.8 Art. 714.311)

La resistenza dell'isolamento dell'intero impianto preposto per il normale funzionamento con l'interruttore generale aperto, ma con tutti gli apparecchi illuminanti inseriti deve ottemperare la seguente relazione:

$$R_{\text{iso}} = \frac{2 U_0}{L+N} \quad \text{dove:}$$

U<sub>0</sub> = è la tensione normale verso terra in kV

L = è la lunghezza complessiva dei conduttori in Km.

N = è il numero delle lampade del sistema

Il valore dell'isolamento con tensione di prova applicata di 500V non deve essere inferiore a **0,5 MΩ** (cautelativo).

#### d. Caduta di tensione a fondo linea (Norme CEI 64.8 Art. 714.525)

Secondo le Norme CEI 64.8 art. 714.525 la caduta di tensione fondo linea non deve superare il 5% della tensione misurata sul Quadro di alimentazione, ma nello specifico caso tale valore non dovrà essere superiore al 2,5% per consentire eventuali ampliamenti.

**e. Protezione della sezione d'incastro delle strutture metalliche**

La sezione di incastro dei pali metallici con formazione di calcestruzzo non affiorante dal terreno, dovrà essere protetta adeguatamente dalla corrosione mediante una fascia catramata e ricoperte di un collare in cls.

**f. Altezza minima degli impianti sulla carreggiata**

L'altezza minima sulla carreggiata di una qualsiasi parte di impianto deve essere almeno di 6 m.

Altezze minori possono essere adottate in casi particolari, previo autorizzazione del proprietario della strada.

**g. Distanziamenti dei sostegni e degli apparecchi di illuminazione dei conduttori di linee esterne**

Per i distanziamenti dei sostegni e dei relativi apparecchi di illuminazione dei conduttori o linee elettriche non devono essere inferiori a:

- 1 m di conduttori di classe 0 e 1;
- $3 + 0,015U$  m dei conduttori di linee di classe II e III, dove U è la tensione nominale della linea espresse in kV.

**5.2 - Prescrizioni delle Norme CEI 64.8****a - Protezione da sovraccarichi e Cto-Cto**

Tutti i circuiti in partenza dai Quadri di distribuzione dovranno essere protetti mediante interruttori automatici magnetotermici onnipolari integrati da protezione differenziali, aventi corrente nominale di taratura proporzionale al carico convenzionale prescritto alla sezione dei conduttori da proteggere.

La protezione differenziale può essere incorporata negli stessi interruttori automatici oppure separata come nel caso di relè indiretti.

Gli interruttori dovranno essere del tipo a scatto rapido, simultaneo su tutti i poli di manovra indipendenti dalla posizione delle leva di comando e devono sezionare tutti i conduttori attivi compreso il neutro.

Ogni protezione dovrà essere adeguata ad interrompere la corrente di Cto-Cto in tempo breve ed in modo selettivo, ed in ogni caso la capacità di rottura non dovrà mai essere inferiore alla corrente di Cto-Cto presente nel punto di interruzione.

I poli degli interruttori (se non protetti diversamente) dovranno essere provvisti di coprimorsetti.

Le protezioni di massima corrente in serie dovranno essere verificate fra di loro affinché il loro intervento assicuri la selettività e provochi l'apertura della sola parte dell'impianto soggetto a guasti.

In caso d'installazione di fusibili e interruttori automatici deve essere realizzato il coordinamento delle protezioni secondo quanto previsto dalle tabelle UNEL e dalle Norme CEI 64.8.

I dispositivi di protezione contro Cto-Cto devono rispondere alle seguenti due condizioni previste dalla sezione 434 delle Norme CEI 64.8:

- il potere d'intervento non deve essere inferiore alla corrente di Cto-Cto presunta del punto d'installazione;
- le correnti provocate da un Cto-Cto, in un punto qualsiasi della conduttura, devono essere interrotte in tempo non superiore a quella che porta i conduttori alla temperatura limite ammissibile e dovrà essere verificata la seguente condizione:

$$(i^2 t) < K^2 S^2 \quad \text{dove}$$

$(i^2 t)$  = l'energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il Cto-Cto (integrale di Joule)

K = è un fattore che dipende dal tipo di conduttore (Cu o Al) e dal tipo d'isolamento

S = sezione di fase in mm<sup>2</sup> del conduttore

Se un dispositivo di protezione contro i sovraccarichi (in accordo con le prescrizioni della sezione 444.3 CEI 64.8) ha un poter di interruzione non inferiore al valore della corrente di Cto-Cto delle condutture situate a valle di quel punto (CEI 64.8 art. 435.1)

Per semplificare le temperature massime ammesse si può:

<b>Materiale isolante</b>	<b>Servizio ordinario</b>	<b>Cto-Cto</b>
PVC	70°C	160°C
gomma ordinaria	60°C	200°C
gomma etilpropilenica (ERP)	90°C	250°C

Tuttavia non è richiesta la protezione per le derivazioni che alimentano i centri luminosi (art. 4.3.02) se realizzati nel seguente modo:

- ridurre al minimo il pericolo di Cto-Cto con adeguato riparo contro le infiltrazioni esterne;
- non causare anche in caso di guasti pericoli per le persone o danni all'ambiente.

Non sono ammesse le protezioni di Back-up che delega agli interruttori generali di aprire le maggiori correnti di Cto-Cto.

La protezione contro i sovraccarichi saranno generalmente attenuate con relè termici che dovranno essere in grado di aprire il circuito entro i tempi previsti e di sopportare senza danni le correnti di Cto-Cto.

Quando non diversamente specificato nel progetto, un relè termico dovrà essere in grado di interrompere i circuiti:

- entro 2 ore per sovraccarico del 20% nel caso di motori;
- entro 4 ore per sovraccarico del 45% nel caso di circuito.

È vietato utilizzare le protezioni di sovraccarico sui circuiti di sicurezza, in particolare la protezione contro i sovraccarichi devono essere soddisfatte le seguenti condizioni:

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1.45 I_z \quad \text{dove:}$$

$I_b$  = corrente d'impiego della conduttura

$I_z$  = portata del conduttore

$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione

$I_f$  = corrente convenzionale di funzionamento del dispositivo di protezione

**b - Impianto di terra**

L'impianto di terra deve essere realizzato in modo da permettere le previste visite periodiche di efficienza e comprensive di:

- I dispersori di terra costituiti da elementi metallici posti ad intimo contatto con il terreno e distribuiti su tutta l'area della struttura e qualora non fosse possibile occupare tutta l'area della struttura saranno distribuiti nel migliore dei modi nell'area libera rimanente e le dimensioni minime dei dispersori saranno i seguenti:

	<b>ACCIAIO ZINCATO</b>	<b>RAME</b>
- bandella	30x3,5 mm <sup>2</sup>	25x3 mm
- tondino	50 mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>
- conduttore cordato sez	50 mm <sup>2</sup>	35 mm <sup>2</sup>
- picchetto a tubo diam.	40 mm	30 mm
- picchetto in profilato	1500x50x5x5 mm <sup>2</sup>	1500x50x5x5 mm <sup>2</sup>
- picchetto massiccio diam	20 mm	15 mm.

- Il conduttore o il collettore di terra (Giallo/Verde) che serve a collegare i dispersori fra di loro con le tubazioni metalliche accessibili destinate ad adduzione, distribuzione e scarico acqua e con le masse metalliche, accessibili e non, di notevole estensione, dovranno avere la sezione prevista per il montante collettivo di terra, quando tali conduttori di terra vengono posati nudi ed interrati dovranno avere la stessa dimensione minima prevista per i dispersori.
- Il conduttore di protezione PE (colore Giallo/Verde) che partono dal conduttore di terra in arrivo ad ogni locale deve essere collegato a tutti i poli di terra delle prese di corrente o della morsettiera delle apparecchiature elettriche o direttamente alla carcassa di tutti gli apparecchi.
- I conduttori equipotenziali e di protezione dovranno essere ispezionabili ed affidabili nel tempo, protetti contro qualsiasi danneggiamento che ne possa alterare le caratteristiche, ed in ogni caso dovranno essere sempre soddisfatti i valori riportati nella tabella 54F utilizzata per il calcolo delle sezioni convenzionali minime dei conduttori di protezione previsti dalle Norme CEI 64.8 e specificatamente:
  - per  $S \leq 16 \text{ mm}^2$        $S_p = S$
  - per  $16 < S \leq 35 \text{ mm}^2$        $S_p = 16 \text{ mm}^2$
  - per  $S > 35 \text{ mm}^2$        $S_p = S/2$

dove "S" è la sezione del conduttore di fase in mm<sup>2</sup>  
 "Sp" e la sezione del conduttore di protezione in mm

Quando il conduttore di protezione è unico per più circuiti utilizzatori si considera per "S" il valore più elevato.

All'impianto di terra devono essere collegati:

- tutte le parti accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori normalmente non in tensione, ma che per difetto d'isolamento o per altre cause potrebbero essere causa di tensione pericolose;
- le strutture metalliche dei Quadro Elettrici;
- gli apparecchi d'illuminazione (non a doppio isolamento);
- eventuali pompe;
- i poli centrali delle prese a spina;
- le tubazioni e canaline metalliche portaconduttori.

L'impianto di terra dovrà essere coordinato con il valore della soglia di intervento dell'interruttore differenziale al fine di ottemperare la relazione

**$R_a I_a \leq 50V$  dove**

$R_a$  = è il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori o la somma delle resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (ohm)

$I_a$  = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)

50V = è il valore della tensione di contatti limite (V).

In particolare è vietato usare come conduttore di terra il conduttore neutro, anche se messo a terra e le tubazioni metalliche.

Il valore della resistenza di terra (fermo restando che il limite consigliabile è di 20 ohm dal D.P.R. 547/55) dovrà essere coordinato con il paragrafo "C" con la soglia d'intervento dei dispositivi di massima corrente e differenziali in modo da garantire in qualsiasi punto dell'impianto, in caso di guasto, che la tensione verso terra non superi i 50V per tempi superiori a 5 secondi.

### **5.3 - Legge 17/2000 della Regione Lombardia e successive modifiche**

Si dovrà ottemperare in particolare l'Art. 6 della Legge Regione Lombardia n° 17/2000 e 38/2004 con le successive modifiche operando a livello di:

- impiego di sorgenti luminose ad alto rendimento (100/110 lumen / Watt) con una discreta rispondenza ai colori (lampade a Ioduri Metallici o Led) per un'ottima rispondenza di colori;
- impiego di apparecchi illuminanti con ottica non abbagliante (cut-off) e vetro di chiusura piano, con diffusione praticamente nulla verso il cielo (0,49 klm);
- ottiche degli apparecchi illuminanti performanti aventi un rendimento non inferiore dell'80% al fine di impegnare meno sorgenti luminose a parità di livelli di illuminamento e di ottemperare il parametro 1:3,7.
- impiego di sistemi che consentono di ridurre i consumi energetici dell'ordine del 30% durante le ore notturne senza penalizzare la sicurezza e conseguire un risparmio globale del 30/35%;

Tale riduzione del livello di illuminamento al suolo è previsto anche delle Norme UNI 11248.

#### 5.4 – Direttiva ROHS

Il 25 luglio 2005 il Consiglio dei Ministri ha recepito con D.Lgs n° 151 la Direttiva Europea 2002/95/CE e 2002/96/CE relativa alla riduzione delle sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche e dello smaltimento dei rifiuti ad esse derivanti.

Il Decreto Legislativo sopra menzionato incorpora la Direttiva 2002/95/CE (limite d'uso di alcune sostanze pericolose).

A partire dal 1 luglio 2006 tutte le nuove apparecchiature elettriche ed elettroniche non devono contenere o contenere in maniera limitata sostanze quali:

- piombo
- mercurio
- cadmio
- cromo esavalente
- bifenili polibromurati (PBB)
- etere di difenile polibromurato (PBDE)

Tutti i produttori dovranno costruire e fornire materiali nel rispetto della direttiva ROHS

#### 5.5 – Direttiva RAEE

Il 25 luglio 2005 il Consiglio dei Ministri ha recepito con D.Lgs n° 151 la Direttiva Europea 2002/95/CE e 2002/96/CE relativa alla riduzione delle sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche e dello smaltimento dei rifiuti ad esse derivanti.

L'obiettivo è di promuovere un logico sviluppo sostenibile nel settore delle apparecchiature elettroniche (di cui le lampade ne fanno parte) ai fini di un corretto trattamento dei prodotti fine vita e ciò può attivarsi attraverso la piena conformità della direttiva RAEE.

Il produttore, come definito dal D.Lgs n° 151, dovrà farsi carico dei costi di gestione che comprenderà la raccolta, presso gli impianti di stoccaggio provvisori e dallo smaltimento dei rifiuti degli apparecchi illuminanti, oggetto della Direttiva immesse sul mercato il giorno successivo dell'entrata in vigore della Direttiva.

Le ditte produttrici si potranno avvalere del supporto di consorzi per il recupero e lo smaltimento di apparecchi illuminanti e lampade come per esempio "ECO Lamp" di Milano.

Le lampade oggetto della Direttiva dovranno essere marcate in modo da identificare il produttore, ed indicare il simbolo specificante la raccolta differenziata separata dal resto dei rifiuti urbani e saranno assoggettate al contributo di smaltimento a partire dal 12 novembre 2007, data dell'entrata in vigore della Legge.

Gli utenti finali potranno consegnare le lampade e le apparecchiature senza costi aggiuntivi presso i punti di raccolta appositamente realizzati.

## 5.6 – Regolamento REACH

Il 1 giugno 2007 è entrato in vigore il Regolamento Europeo n° 1907/2006 noto come Regolamento REACH e riguardante la registrazione, la valutazione, l'autorizzazione e le restrizioni delle sostanze chimiche.

Tale regolamento richiede a tutti i paesi membri dell'UE una serie di adempimenti da attivarsi secondo le scadenze progressive nel corso degli anni. Saranno coinvolte tutte le aziende che forniscono sostanze o articoli all'interno dell'UE, inclusi i produttori AEE.

È imposto l'obbligo a registrare presso l'Agenzia Chimica Europea (ECHA) le sostanze chimiche, come componenti di preparati e destinate ad essere rilasciate in condizione d'uso normale, di informare la clientela circa le sostanze altamente preoccupanti denominate SUAC.

In ottemperanza al Regolamento REACH, le ditte produttrici dovranno dimostrare di aver attivato le attività di pre-registrazione delle sostanze chimiche da loro prodotte ed importate, esteso anche ai sub-fornitori.

## 5.7 - Verifiche e certificazioni

Alla fine dei lavori e prima della verifica tecnica finale si dovrà consegnare il fascicolo delle prove e verifiche iniziali con le modalità previste dalle Norme CEI 64.8 – 64.8 sez. 714

In tale documentazione dovranno essere riportati i dati di verifica come:

- misurazione del valore della resistenza di terra "Rt" misurato al nodo in prossimità dei Quadri Elettrici;
- misurazione del valore del livello di isolamento verso terra delle linee con tutti gli apparecchi sottesi, con l'applicazione di tensione di 500V;
- misure adottate per la protezione da contatti diretti;
- misure adottate per la protezione da contatti indiretti;
- verifica della caduta massima della tensione fondo linea;
- tempo di intervento degli interruttori differenziali;
- relazione tecnica di coordinamento tra gli interruttori differenziali ed il valore della Rt ai fini della protezione da contatti indiretti;
- schemi As-Built dei Quadri Elettrici (formato cartaceo + formato CD) e relativa conformità alle Norme CEI 23.51 da consegnare all'Amministrazione Comunale;
- certificato di conformità secondo Legge n° 186 del 1.30.1968 con riferimento alla Norme CEI 64.8 – sez. 714 (impianto);
- certificato di conformità secondo Legge 17/2000 della Regione Lombardia e successive modifiche, relativo alla limitazione dell'inquinamento e del risparmio energetico completo degli allegati obbligatori;
- planimetria con la distribuzione dell'impianto elettrico a livello As-Built con indicato i percorsi delle tubazioni, le ubicazioni delle utenze e la tipologia;
- calcolo illuminotecnico tipico per sezione e tipologia della strada con verifica strutturale.
- certificazione del cancello elettrificato con manuale d'uso e manutenzione.

In assenza di tale documentazione non si procederà al collaudo tecnico degli impianti.

## 6 – PRESCRIZIONI ILLUMINOTECNICHE

### 6.1 - Considerazioni generali sulle Norme UNI EN 11248 “Illuminazione stradale” – “Selezione delle categorie illuminotecniche”;

Le nuove Norme UNI 11248 “illuminazione stradale” (ottobre 2007) 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;
  - la segnaletica adottata.
- 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.**

## 6.2 - Le procedura per l'individuazione delle categorie illuminotecniche sono le seguenti

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

Tale categoria deriva direttamente dalle leggi o norme di settore e sarà quindi necessario:

- 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;
- Nota del tipo di strada individuabile con l'ausilio del prospetto 1 (UNI 11248) la categoria illuminotecnica di riferimento.

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

La categoria illuminotecnica di progetto dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti da considerare nel progetto dell'impianto.

Nota la categoria illuminotecnica di riferimento, valutare i parametri di influenza nel prospetto 2 (UNI 11248) secondo quanto indicato nel punto 7 (analisi dei rischi) 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.

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

In base alle considerazioni esposte dal punto 7 (analisi dei rischi) e gli aspetti relativi al contenimento dei consumi energetici, in traduzione, 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** e determinando direttamente la categoria illuminotecnica di progetto.

Per la valutazione dei parametri di influenza ancora seguire le prescrizioni del punto 7 e per la suddivisione in zone di studio ancora attenersi ai criteri esplicitati al punto 8. 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.

Le Norme UNI 11248 indicano i seguenti parametri di influenza come:

- **flusso di traffico**: massimo/normale/medio/scarso;
- **complessità del campo visivo**: elevato per strade extraurbane e normale per le altre strade;
- **zona di conflitto**: svincoli, passaggi pedonali ecc
- **dispositivi rallentatori**: ad esempio la presenza di dossi artificiali ed altri elementi;
- **indice di resa cromatica**: compresa tra 30 e 60
- **indice di rischio di aggressione**: normale, elevato
- **indice del livello luminoso dell'ambiente circostante e piste ciclabili**
- **pedoni nelle piste ciclabili**: ammessi, non ammessi

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 dovranno essere 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 "I", della pavimentazione stradale e dell'incertezza di misura in fase di verifica e di collaudo.

Preservare i valori di illuminamento minimi delle norme vuole dire rispettare tali valori con tolleranze di misura specificate dalle norme stesse, anche in base a quanto indicato dalle Norme UNI ISO 14253-1 ( $\pm 10 / 15\%$ ).

In mancanza di strumenti di pianificazione, l'identificazione della classificazione illuminotecnica si applicano le Norme italiane UNI 11248 e Norme UNI EN 13201-2.

Le Norme UNI 11248 raccomandano di adottare per le zone di conflitto un livello luminoso maggiore del 50% rispetto a quello delle zone adiacenti, come per esempio il caso di una rotatoria per la quale va previsto un livello luminoso del 50% rispetto a quello delle strade che vi confluiscono.

Per meglio comprendere le scelte adottate si riprendono alcune schede tecniche contenute nelle Norme UNI 11248

### 6.3 - Classificazione delle strade ed individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento

#### a. Prospetto 1

Tipo di strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [km h-1]	Categoria illuminotecnica di riferimento
A <sub>1</sub>	Autostrade extraurbane	130 - 150	ME1
	Autostrade urbane	130	
A <sub>2</sub>	Strade di servizio alle autostrade	70 - 90	ME3a
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50	
B	Strade extraurbane principali	110	ME3a
	Strade di servizio alle autostrade principali	70 - 90	ME4a
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 <sup>4)</sup> )	70 - 90	ME3a
	Strade extraurbane secondarie	50	ME4b
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME3a
D	Strade urbane di scorrimento veloce	70	ME3a
		50	
E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c
	Strade urbane di quartiere	50	
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 <sup>4)</sup> )	70 - 90	ME3a
	Strade locali extraurbane	50	ME3c
		30	ME3a
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2 <sup>4)</sup> )	50	ME4b
	Strade locali urbane: centri storici; isole ambientali; zone 30	30	S3
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	ME4b
	Strade locali urbane: aree pedonali	5	CE4
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5 / S3
		50	
		30	
Piste ciclabili <sup>5)</sup>	Non dichiarato	S3	
Strade a destinazione particolare <sup>6)</sup>	30		

4) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

5) Decreto Ministeriale 30 novembre 1999 n° 557 del Ministero dei Lavori Pubblici

6) Secondo l'Art. 3.5 del Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 n° 6792 del Ministero delle Infrastrutture e Trasporti

**b. Prestazioni richieste in base alla categoria illuminotecnica di riferimento (Norme UNI EN 13201-2 integrata con prescrizioni Norme UNI 11248)**

**a. Categorie illuminotecniche di classe ME**

Classe	Luminanza della carreggiata			Contrasto di soglia	Illuminamento aree circostanti
	L [cd/m <sup>2</sup> ]	U <sub>o</sub>	U <sub>L</sub>	TI%	SR
<b>ME1</b>	2,0	0,4	0,7	10	0,5
<b>ME2</b>	1,5	0,4	0,7	10	0,5
<b>ME3a</b>	1,0	0,4	0,7	15	0,5
<b>ME3b</b>	1,0	0,4	0,6	15	0,5
<b>ME3c</b>	1,0	0,4	0,5	15	0,5
<b>ME4a</b>	0,75	0,4	0,5	15	0,5
<b>ME4b</b>	0,75	0,4	0,4	15	0,5
<b>ME5</b>	0,5	0,35	0,4	15	0,5
<b>ME6</b>	0,3	0,35	0,4	15	N.R.

**Prospetto 2**

- L** : Valore medio della luminanza del manto stradale
- U<sub>o</sub>** : Rapporto tra luminanza minima e luminanza media
- U<sub>L</sub>** : Valore minimo delle uniformità longitudinali delle corsie di marcia delle carreggiate
- TI%** : Misura della perdita di visibilità causata dall'abbagliamento debilitante degli apparecchi di un impianto d illuminazione stradale
- SR** : Rapporto tra l'illuminamento medio sulle fasce appena al di fuori della carreggiata e l'illuminamento medio sulle asce all'interno dei bordi.  
Tale criterio può essere applicato solo quando non vi siano aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata

**Prospetto 3****b. CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI CLASSE CE:**

<b>Classe</b>	<b>Illuminazione orizzontale</b>	<b>Uniformità</b>
	<b><math>\bar{E}</math> [lx] (minimo mantenuto)</b>	<b><math>U_o</math> (minima)</b>
<b>CE0</b>	50	0,4
<b>CE1</b>	30	0,4
<b>CE2</b>	20	0,4
<b>CE3</b>	15	0,4
<b>CE4</b>	10	0,4
<b>CE5</b>	7,5	0,4

**$\bar{E}$ (lux)** : Illuminamento medio espresso in lux minimo mantenuto

**$U_o$**  : Uniformità media

**Prospetto 4****c. CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE DI CLASSE S:**

<b>Classe</b>	<b>Illuminazione orizzontale</b>	
	<b><math>\bar{E}</math> [lux] (mimimo mantenuto)</b>	<b><math>E_{min}</math> [lux] (mantenuto)</b>
<b>S1</b>	15	5
<b>S2</b>	10	3
<b>S3</b>	7,5	1,5
<b>S4</b>	5	1
<b>S5</b>	3	0,6
<b>S6</b>	2	0,6

**$\bar{E}$**  : Illuminamento medio espresso in lux (minimo mantenuto)

**$E_{min}$**  : Illuminamento minimo mantenuto espresso in lux

Per ottenere l'uniformità, il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non può essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo "E" indicato per la categoria

I valori espressi in tale tabella si intendono già decurtati dell'ordine del 20% come previsto dalle Norme UNI 11248 quale fattore di mantenimento

### **Prospetto 5**

#### **c. Sommario dei requisiti illuminotecnici secondo EN 13201-1**

<b>Classe illuminotecnica</b>	<b>Parametro di riferimento</b>	<b>Utilizzo prevalente</b>
<b>ME</b>	<b>Luminanza</b>	<b>Carreggiata stradale con prevalente traffico motorizzato a fondo prevalentemente asciutto</b>
MEW	Luminanza	Carreggiata stradale con prevalente traffico motorizzato a fondo prevalentemente bagnato
<b>CE</b>	<b>Illuminamento orizzontale</b>	<b>Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotonde, sottopassi, ecc.</b>
<b>S</b>	<b>Illuminamento orizzontale</b>	<b>Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi</b>
ES	Illuminamento semicilindrico	Classe aggiuntiva per aumentare il senso di sicurezza e ridurre la propensione al crimine
EV	Illuminamento verticale	Classe aggiuntiva per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali, caselli, svincoli o zone di interscambio da utilizzare congiuntamente alle altre classi di base

## 6.4 - Tabella di correlazioni illuminotecniche per zone progettuali contigue

Quando zone adiacenti e contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile:

In linea esemplificativa si riporta la tabella comparativa dove si evince l'equilibrio tra i diversi requisiti dei parametri illuminotecnici:

<b>COORDINAMENTO DEI LIVELLI DI PRESTAZIONE VISIVA</b>							
<b>1. Luminanza</b>		<b>ME1</b>	<b>ME2</b>	<b>ME3</b>	<b>ME4</b>	<b>ME5</b>	<b>ME6</b>
2. Luminanza		MEW1	MEW2	MEW3	MEW4	MEW5	
<b>3. E. orizzontali</b>	<b>CE0</b> (50lux)	<b>CE1</b> (30lux)	<b>CE2</b> (30lux)	<b>CE3</b> (15lux)	<b>CE4</b> (10lux)	<b>CE5</b> (7,5lux)	
<b>4. E. orizzontali</b>				<b>S1</b> (15lux)	<b>S2</b> (10lux)	<b>S3</b> (7,5lux)	<b>S4</b> (5lux)
5. E. semicilindrici	ES1 (10lux)	ES2 (7,5lux)	ES3 (5lux)	ES4 (3lux)	ES5 (2lux)	ES6 (1,5lux)	ES7
6. E. verticali	EV1-2	EV3 (10lux)	EV4 (5lux)	EV5 (0,5lux)			

Le intersezioni a raso o in rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando la categoria illuminotecnica della classe CE, integrata dei requisiti sull'abbagliamento debilitante.

### In particolare si deve evidenziare:

#### → Strade di accesso (bracci di ingresso e d'uscita) alla rotatoria illuminate

La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per la strada di accesso, facendo riferimento alla tabella.

Per esempio, se le strade di accesso hanno al massimo la classe ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria illuminotecnica CE2.

#### → Strade di accesso (bracci di ingresso e d'uscita) alla rotatoria non illuminate

Si raccomanda di assumere la categoria illuminotecnica CE1. Se una o più strade di accesso non fossero illuminate, il riferimento è la categoria illuminotecnica prevista per dette strade. Si raccomanda di adottare una illuminazione decrescente nelle zone di transizione tra la zona buia e quella illuminata. La lunghezza di questa zona, su ogni strada di accesso non illuminata, dovrebbe essere minore dello spazio percorso in 5 sec alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

**Nota:** Tutti i valori espressi nell'Art. 5 dovranno essere intesi come minimi e mantenuti per tutta la durata della vita della sorgente luminosa e quindi già considerato il decadimento fisiologico del 10% come previsto dalle Norme UNI 11248. Per gli apparecchi a Led il decadimento fisiologico è contenuto al 90%

## 6.5 - Utilizzo di sorgenti luminose efficienti

L'uso di lampade ad avanzata tecnologia e ad elevata efficienza luminosa costituisce un ulteriore criterio tecnico imposto dalla Normativa Regionale, affinché gli impianti possano essere considerati a ridotto inquinamento luminoso ed a risparmio energetico.

Si possono evidenziare le seguenti definizioni

a. **EFFICIENZA LUMINOSA:** è la grandezza che descrive il rapporto tra il flusso luminoso emesso nello spazio e la potenza che l'alimenta. Si misura in lumen/watt ed è la misura del rendimenti energetico, quindi maggiore è il rapporto tanta più luce è prodotta rispetto all'energia consumata.

b. **INDICE DI RESA CROMATICA (IRC):** è la grandezza che esprime la capacità di riprodurre in modo naturale i colori degli oggetti illuminati. Si esprime con un numero indicato come  $Ra=1÷100$  dove:

- **Ra** tra 30 e 50 è considerato "discreto";

- **Ra** tra 50 e 70 è considerato "buono";

- **Ra** tra 85 e 100 è considerato "ottimo";

Poiché il colore di un oggetto **dipende dalla luce che riflette e la resa cromatica** è perfetta solo se sono presenti nella luce artificiale tutte le radiazioni come nella luce solare.

## 6.6 - Classificazione delle intersezione in funzione al tipo del traffico (EN 13201-2)

Per le intersezioni ed i punti di conflitto si dovrà far riferimento alle Norme EN 13201-2 con i seguenti parametri:

- Classe illuminotecnica : **CE3 (coordinata) con ME3 e MEW3**
- Illuminamento orizzontale : **15 lux**
- Uniformità  $U_0$  : **40%**

Per l'illuminazione delle intersezioni non considerate dalle Norme UNI 11248 si farà riferimento alle Norme Europee EN 13201-2 coordinate con il prospetto 5.5 ai fini di individuare la classe di appartenenza.

**Le Norme Uni 11248 raccomandano di adottare per le zone di conflitto un livello luminoso maggiore del 50% rispetto a quelle zone adiacenti come per esempio il caso di una rotatoria, per la quale va previsto un livello luminoso superiore del 50% rispetto a quello delle strade che vi confluiscono.**

**7 – APPARECCHI ILLUMINANTI A TECNOLOGIA LED*****Protezione fotobiologica delle lampade, dei sistemi di lampade e garanzie***

La norma fornisce le linee guida per la valutazione ed il contenimento dei rischi fotobiologici derivanti da tutte le sorgenti luminose ad ampio spettro incoerente compresi i LED alimentati elettronicamente e che emettono radiazione ottica nel campo di lunghezza d'onda compresa tra i 200nm e i 3000nm, esso prende in considerazione i diversi campi di lunghezza d'onda e associa ad ognuno un rischio relativo al limite espositivo.

I valori limite di esposizione alle radiazioni ottiche artificiali sono quelli introdotti dalla Direttiva del Parlamento Europeo n°25 del 5 aprile 2006 sulle prescrizioni minime di sicurezza dei lavoratori a rischi derivanti dagli agenti fisici (radiazioni ottiche artificiali).

Le Norme CEI EN 62471 specificano:

- **i limiti di esposizione;**
- **le tecniche di misura di riferimento (radiazione e irradianza);**
- **lo schermo di classificazione della radiazione in base alla pericolosità;**

Se l'esposizione diviene eccessiva, le radiazioni potrebbero essere causa di rischi per gli organi del corpo umano che sono i primi esposti, cioè la cute e gli occhi.

A seconda del grado di pericolosità della radiazione, gli apparecchi di illuminazione vengono classificati secondo quattro gruppi di rischio:

- Gruppo 0 : assenza di rischio
- Gruppo 1 : rischio basso
- Gruppo 2 : rischio moderato
- Gruppo 3 : rischio alto

Poiché la norma CEI EN 62471, non riguarda i requisiti richiesti per la sicurezza dell'utilizzatore nel momento in cui il prodotto viene associato ad un particolare gruppo di rischio ed in attesa che questo aspetto venga trattato ed inserito nello scopo delle Norme di prodotto.

Verrà pubblicata a breve la parte 2 IEC/TER 62471-2 "Guida ai requisiti costruttivi relativi alla sicurezza delle radiazioni ottiche di prodotti non laser";

Quindi tutti gli apparecchi illuminanti adottati con tecnologia a LED dovranno essere dotati di etichetta esterna indelebile con classe di rischio che dovrà essere di tipo "0" o di tipo "1"

La durata media dell'apparecchio illuminante a "LED" dovrà essere non inferiore a 50.000 ore con un flusso luminoso residuo del 70%. Per durata media si intende l'intero complesso illuminante compreso degli ausiliari elettronici di alimentazione.

Per meglio inquadrare questa nuova problematica è necessario porre l'attenzione ai seguenti elementi:

**a. Sicurezza fotobiologica dei LED**

Flussi sempre maggiori e efficienza elevata stanno facendo sì che i LED siano utilizzati sempre più come sorgente luminosa negli apparecchi di illuminazione. Per garantirne la sicurezza sono state sviluppate delle norme come per le altre fonti luminose. Un aspetto della sicurezza di una sorgente è la sicurezza fotobiologica, ovvero l'impatto che una radiazione emessa da una sorgente ha sull'occhio umano o sulla pelle. Le sorgenti LED non sono diverse da altre sorgenti sotto questo aspetto, ma fino ad oggi sono state coperte da normative utilizzate per i laser. La situazione normativa è stata recentemente modificata ed oggi è riconosciuto che le sorgenti LED non hanno alcuna relazione con i laser.

**b. Base legale**

Il codice del consumo, DL 206 del 6 settembre 2005, che recepisce la direttiva 2001/95/CE (sicurezza generale dei prodotti), la direttiva 2006/95/CE (LVD - direttiva di Bassa Tensione) e altre leggi nazionali, richiedono che nessun pericolo possa derivare dalla radiazione e, naturalmente, questo è applicabile anche a radiazioni provenienti da sorgenti e apparecchi LED. Il requisito si applica, per principio, a tutte le apparecchiature elettriche che ricadono nel campo di applicazione della direttiva di Bassa Tensione (escluse le attrezzature utilizzate in atmosfere esplosive, apparecchiature mediche, apparecchiature utilizzate su navi, aerei, treni, etc.) e forma così la base per le considerazioni sulla sicurezza. In aggiunta, l'Unione Europea ha creato un'ulteriore requisito legale, adottando la direttiva 2006/25/CE (ottica ambienti di lavoro) che stabilisce requisiti minimi di salute e sicurezza per la protezione dei lavoratori da rischi derivanti dall'esposizione a radiazioni ottiche artificiali. Direttiva recepita in Italia con il DL 9 aprile 2008, n.81.

**c. Marcatura CE degli apparecchi di illuminazione**

Le apparecchiature elettriche possono essere immesse sul mercato UE solo se rispettano i requisiti base della legislazione europea applicabile (trasposta nelle leggi nazionali). La sicurezza fotobiologica è uno di questi requisiti. La marcatura CE indica alle agenzie governative che un prodotto è conforme a tutte le direttive applicabili che

**d. Conformità alle norme armonizzate**

Le norme armonizzate a supporto delle Direttive europee (LVD, EMC, etc) sono periodicamente pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea (GUCE). La conformità con i requisiti stabiliti in queste norme è accettata come conformità ai requisiti essenziali delle Direttive (il principio è noto come "presunzione di conformità"). Laddove un produttore applichi le norme armonizzate per un particolare prodotto e sia in grado di documentarlo, la marcatura CE può essere applicata e il prodotto commercializzato. Solo in certi casi eccezionali, tuttavia, il fatto che un prodotto sia conforme alle norme non costituisce evidenza

sufficiente della sicurezza richiesta dalle Direttive. Questo caso si verifica, per esempio, quando lo stato dell'arte si modifica a seguito di innovazione tecnologica, cosa che è attualmente avvenuta nel caso della norma IEC 60825-1:1993 (EN 60825-1:1994).

**e. Conformità mediante l'applicazione di risultati di analisi del rischio**

Come alternativa all'applicazione delle norme armonizzate, i produttori hanno l'opzione di utilizzare misure per conto proprio che possono dimostrare il soddisfacimento dei requisiti essenziali. Un importante strumento per tali misure è l'analisi del rischio. L'analisi del rischio, una volta condotta, deve essere documentata nei dettagli ed è generalmente molto difficoltosa poiché i requisiti essenziali sono formulati in modo molto generico.

In alcuni casi l'analisi del rischio può essere il risultato di valutazioni basate su norme o altre specifiche tecnico/fisiche che non sono pubblicate nella Gazzetta Ufficiale Europea e che pertanto non garantiscono la presunzione di conformità. La dichiarazione di conformità deve dunque essere effettuata sulla base dell'analisi del rischio e della conformità con le norme o le specifiche utilizzate. Dalla ratifica della EN 62471:2008 per l'illuminazione LED, questa opzione non è più raccomandabile.

**f. Valutazione della sicurezza fotobiologica degli apparecchi con il metodo A 3b) (conformità attraverso l'applicazione dei risultati dell'analisi del rischio).**

Come descritto sopra un produttore può condurre un'analisi del rischio, sebbene gli esperti abbiano raccomandato già da tempo l'applicazione della IEC 62471:2006 (CIE S009). Ora che questa norma è stata ratificata come norma EN, è opportuno utilizzare la EN 62471:2008 per valutare la sicurezza fotobiologica delle lampade e dei sistemi di illuminazione.

**g. Conclusioni**

In linea di principio, la classificazione degli apparecchi di illuminazione deve essere effettuata laddove il risultato possa essere prevedibilmente appartenente ad un Gruppo di Rischio. Una esenzione alla classificazione è costituita, ad esempio, dagli apparecchi con LED ad emissione superficiale, come quelli utilizzati oggi per la segnalazione. Questi componenti sono in grado di eccedere i limiti di emissioni solo in casi rarissimi, ad esempio solo nel caso di guasto del circuito di controllo.

La classificazione di componenti individuali (es. moduli LED) ha senso in quanto fornisce informazioni importanti al produttore di apparecchi. Non tutti gli apparecchi cambiano la classe di rischio come risultato dell'utilizzo di ottiche secondarie e la classificazione dei moduli evita la necessità di numerose misurazioni da parte del produttore di apparecchi. Tuttavia, se la lente dell'ottica o altri sistemi ottici alterano l'intensità di radiazione, una valutazione del rischio fotobiologico dell'apparecchio deve essere condotta, indipendentemente dai dati di emissione dei LED. In questo caso, i dati dei LED rappresentano un importante dato primario. Anche il sistema di controllo gioca un ruolo

fondamentale poiché i punti di operatività e le modalità di funzionamento dei moduli LED (es. funzionamenti PWM o al di fuori dei dati nominali di funzionamento) sono determinati dal sistema di controllo.

Quale opzione scegliere come base per la dichiarazione di conformità CE è una questione lasciata al giudizio e alla discrezione del produttore. Tuttavia, i produttori di apparecchi sono soggetti all'obbligo di applicare lo stato dell'arte (es. EN 62471:2008). Come regola generale, le informazioni fornite dai produttori di LED, o di moduli LED, devono essere attentamente studiate. Se i moduli LED sono stati classificati, la loro classificazione deve essere presa come base per la valutazione di conformità da parte del produttore di apparecchi.

Ai produttori di LED o di moduli LED è **necessario richiedere che forniscano le informazioni secondo quanto previsto dalla EN 62471:2008** (i requisiti sulle informazioni della IEC 60825-1 non sono utilizzabili per l'illuminazione generale).

## **8 – RISPARMIO ENERGETICO**

### **8.1 Considerazioni generali**

Gli impianti d'Illuminazione Pubblica o similari sono allacciati a reti di distribuzione che sono soggette a variazioni di tensione, dovute sia all'Ente erogatore sia alle variazioni di carico stagionali e giornalieri.

Le sorgenti luminose funzionando correttamente, devono essere alimentate attraverso driver con una tensione non superiore al 5% del loro valore nominale. Spesso nei periodi di funzionamento degli impianti si verificano valori molto elevati dell'ordine del 10/13%.

Le fluttuazioni della tensione, ed in modo particolare le sovratensioni sono estremamente critiche per tutte le sorgenti luminose, limitandone la resa sia a livello di durata, sia a livello di flusso luminoso emesse nel tempo.

Per ottenere le massime prestazioni dell'impianto di illuminazione, risulta pertanto necessaria la funzione di stabilizzare, e dovrà essere effettuata con tecnologie estremamente affidabili e caratterizzate da elevate capacità di recupero delle variazioni di rete.

### **8.2 Impianti per il contenimento dei costi di gestione**

Per ottenere un risparmio energetico abbandonando il vecchio sistema di una palificazione spenta alternativamente ormai non più conforme alle Norme di sicurezza in quanto crea disinformità d'illuminamento sulla sede stradale impedendo la valutazione di eventuali ostacoli, secondo l'attuale tecnologia si dispone di apparecchiature statiche da abbinare agli attuali Quadri Elettrici attraverso gli stessi apparecchi:

- Ridurre il flusso luminoso sino al 50% nelle ore contraddistinte da un minor traffico veicolare (presumibilmente dalle ore 21,30 fino all'alba) pur conservando lo stesso valore di uniformità e quindi di sicurezza, fornendo un livello d'illuminamento più adatto alle esigenze degli utenti, gestendo nel contempo la tensione stabilizzata d'uscita;
- Ridurre i costi derivanti dai consumi sino al 35% al ciclo di accensione per ogni tipo di lampada;
- Ridurre i costi di manutenzione ordinaria in quanto contribuisce a rallentare il degrado naturale degli ausiliari elettrici;

### **8.3 Riduzione del flusso luminoso**

Per la riduzione dei costi di gestione ed ottemperando l'Art. 6 della Legge Regionale n° 17/2000 e s.m.i. si adatterà un sistema definito "**Lumistep**" inserito nell'apparecchio illuminante a tecnologia Led.

Il sistema "**Lumistep**" è un protocollo elettronico di regolazione della sorgente luminosa ideale per risparmiare energia, riducendo il flusso luminoso nelle ore centrali della notte.

Questo sistema integrato all'interno del driver, funziona in modo indipendente e non necessita di controllo esterno (sistema "stand-alone").

Il sistema si basa sul calcolo di una mezzanotte virtuale (punto medio di accensione) che viene preso come riferimento per i possibili intervalli di regolazione. Il calcolo della mezzanotte virtuale è automatico e continuamente aggiornato durante il corso dell'anno.

Con le versioni del Driver Lumistep si possono scegliere sia la durata dell'intervallo di regolazione che il flusso luminoso in fase di regolazione sino al 50% del flusso luminoso emesso.

Il sistema Lumistep entra in funzione dopo 4 ore dall'accensione.

## **9 – MATERIALI ED APPARECCHIATURE**

I materiali e le apparecchiature occorrenti per la realizzazione degli impianti dovranno essere di prima qualità, essere esenti a difetti di costruzione e prima di essere posti in opera andranno sottoposti al vincolante parere del Direttore dei Lavori mediante la presentazione, prima dell'inizio dei lavori, dell'elenco completo di tutti i componenti che si intendono installare, corredato della documentazione tecnica atta ad individuare sia le caratteristiche tecniche che prestazionali.

Il Direttore dei Lavori indicherà di quali componenti sarà richiesta la campionatura prima della loro posa in opera.

L'approvazione dei componenti da installare sarà determinata dalle loro caratteristiche tecniche, costruttive, prestazionali nonché dalle modalità di gestione e manutenzione.

Il materiale posto in opera senza il consenso del Direttore dei Lavori andrà rimosso e sostituito a cura e spese dell'Appaltatore senza che per questo lo stesso possa avanzare richieste di rimborso o compensa alcuni, rimanendo a completo carico dell'Appaltatore anche le opere di ripristino e accessorie, nessuna esclusa o eccettuata, conseguenti alle predette sostituzioni (assistenza muraria, esecuzione di tracce di fori, di passaggi o quanto altro necessario).

Tutti i materiali che si andranno ad impiegare nella realizzazione dei lavori saranno conformi alle prescrizioni indicato nelle specifiche tecniche, alle Norme CEI e dalle dimensioni unificate secondo le tabelle CEI-UNEL, dovranno essere, ove è previsto, dotati del marchio IMQ, nonché essere di nuova costruzione.

Particolare attenzione sarà posta nella scelta delle apparecchiature in considerazione anche della continuità di servizio e della facilità di manutenzione.

## 10 – CARATTERISTICHE TECNICHE DELLE FORNITURE E DELLA LORO POSA IN OPERA

Tutte le forniture dovranno avere le caratteristiche tecniche richieste dal progetto esecutivo dettagliatamente descritte nell'Elenco Prezzi Unitari e della Relazione Tecnica e dalla direttive prescritte dalla Direzione Lavori e dovranno essere poste in opera a perfetta regola d'arte, corredate da tutti gli accessori necessari anche se non specificatamente indicati.

Particolare cura dovrà essere posta da parte della ditta aggiudicataria nel disporre le suddette forniture in modo che ne risulti una realizzazione ordinata ed esteticamente accettabile e questo anche per le parti non in vista. I materiali e le apparecchiature da usare nella esecuzione degli impianti elettrici dovranno essere tali da resistere alle azioni meccaniche, corrosive, termiche e dovute all'umidità alle quali potranno essere esposti durante l'esercizio.

I materiali e gli apparecchi dovranno essere rispondenti alle Norme CEI e alle tabelle di unificazione CEI - UNEL ove queste esistono.

La rispondenza dei materiali e delle apparecchiature alle prescrizioni di tali Norme e tabelle deve essere attestata dal Marchio IMQ e dalla certificazione della ditta costruttrice.

Tutti i materiali impiegati nella realizzazione degli impianti dovranno essere costruiti da ditte classificate ISO 9002 come prescrive la circolare del Ministero dei Lavori Pubblici n°2357 del 16.05.1996.

### **a - Tubi protettivi:**

Dovranno essere in polietilene liscio esternamente e corrugato internamente con le seguenti caratteristiche:

- colore : rosso o grigio
- resistenza allo schiacciamento :  $\geq 450\text{N}$
- resistenza all'isolamento :  $100\text{M}\Omega$
- conformità alle Norme : CEI 23.46 Variante V1  
CEI EN 50086 – 2 – 4
- marchio : IMQ

Non sono ammesse in ogni caso, tubazioni con diametro interno inferiore ai 50 mm. l'impiego di curve stampate prefabbricate e di derivazione a "T" non ispezionabili.

Tutte le derivazioni dovranno essere eseguite solamente mediante apposite cassette di derivazione ed entro pozzetti.

Le lunghezze e le dimensioni dovranno essere verificate all'atto dell'installazione in modo da assicurare in ogni caso, una agevole sfilabilità dei conduttori. Il coefficiente di riempimento dei tubi non dovrà superare lo 0,6, devono essere posate con cura su un letto di sabbia e debitamente ricoperte di magrone.

I tubi portaconduttori in Fe-Zn da impiegare all'esterno dovranno essere dotati di marchio IQM, fissati sulla struttura muraria con collari ogni 600/700 mm. L'impianto dovrà assicurare un'eccellente continuità di terra e con grado di protezione IP65 specialmente in occasione del tubo / scatola.

**b - Cavi e conduttori:**

- I cavi da impiegare negli impianti d'Illuminazione Pubblica le tubazioni interrate dovranno essere del tipo FG7(O)R 750/1000V in esecuzione unipolare o multipolare e posati entro tubazioni in PVC interrate e del tipo non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-22 II e 20.37.
- Per il cablaggio delle apparecchiature contenute nel Quadro Elettrico si potranno utilizzare conduttori NO7V-K del tipo non propagante l'incendio secondo le Norme CEI 20-22 II.
- Per il conduttore di terra si utilizzerà il tipo NO7V-K isolato di colore Giallo/Verde inserito all'interno delle tubazioni in PVC interrate oppure a vista per la realizzazione della connessione equipotenziale.
- Per le derivazioni dalla linea principale ai singoli apparecchi illuminanti dovranno essere utilizzati cavi multipolari del tipo H07RN-F sempre in esecuzione interrata o entro tubazioni e palificazioni.

**c - Apparecchi illuminanti:**

Tutti gli apparecchi illuminanti impiegati dovranno rispondere alle Norme CEI 34.21 ed avere un grado di protezione minimo IP65 e certificati al fine della prevenzione dell'inquinamento luminoso, secondo la L.R. della Lombardia n° 38/2004 ed in particolare dovranno avere le seguenti caratteristiche costruttive:

- Corpo in fusione di alluminio comprensivo da vano ausiliari come reattore, accenditore e condensatore di rifasamento con grado di protezione IP55;
- Vetro di chiusura piano in grado di assicurare al gruppo ottico un grado di protezione IP66
- Conforme alla Legge Regionale n° 17/2000 e s.m.i.

Alla fine dei lavori dovrà essere fornito il calcolo illuminotecnico prendendo in considerazione le caratteristiche fotometriche degli apparecchi illuminanti forniti e redatti dai costruttori in conformità all'Art. 6 della Legge 38/2004 della Regione Lombardia per tutte le installazioni poste all'esterno.

Particolari esigenze saranno evidenziate nelle tavole progettuali e nelle specifiche voci dell'Elenco Prezzi Unitari.

In particolare nell'appalto saranno utilizzati i seguenti apparecchi illuminanti:

- Apparecchio illuminante **"MileWide LedGine - Philips"** o. e. a. per illuminazione stradale per Arredo Urbano a tecnologia Led con le seguenti caratteristiche tecnico/costruttive:

1) Caratteristiche meccaniche / materiali

- Corpo, copertura ed attacco palo in pressofusione di alluminio, verniciato colore argento metallizzato con finitura "testurizzata" (simile RAL 9006 testurizzato). Verniciatura a polvere poliestere con polimerizzazione in forno.
- Vetro piano trasparente temprato spessore 4 mm, antivandalo.

- Apertura della copertura verso l'alto, tramite clip in acciaio inossidabile attraverso l'uso di un utensile.
- Sistema automatico di sostegno della copertura in posizione aperta.
- Apparecchio realizzato senza l'utilizzo di colle, completamente smontabile senza utilizzo di utensili, e riciclabile. Modulo LED rimovibile e sostituibile per manutenzione o aggiornamento. Unità elettrica e Modulo LED equipaggiati con connettori rapidi a presa e spina ad aggancio rapido.
- Grado di protezione totale dell'apparecchio IP65. Dotato di filtro di respirazione.
- Guarnizioni in gomma siliconica. Viteria esterna in acciaio inossidabile.
- Ingresso cavo tramite passacavo stagno posizionato all'interno dell'attacco a sbraccio. Connettori ad attacco rapido presa-spina tipo Wieland.
- Attacco palo integrato nell'apparecchio, per montaggio laterale, adatto per bracci diametro 60 mm. Diametro esterno imbocco 85 mm.
- Resistenza all'impatto: IK09.
- SCx Laterale 0,11 m<sup>2</sup>
- Peso massimo Kg. 8,5

## 2) Caratteristiche elettriche

- Alimentazione: 230 V / 50 Hz
- Classe di isolamento: II
- Classe di protezione: IP65
- Potenza (compresa alimentazione): da 21W (16 led) / 79W (64 led) a seconda delle versioni adottate
- Dimmerazione / risparmio energetico con sistema Lumistep ossia sistema automatico "stand-alone" per parzializzazione della potenza in grado di far risparmiare energia riducendo il flusso luminoso nelle ore centrali della notte

## 3) Caratteristiche Illuminotecniche

- Temperatura Colore: Tc = 4000 K
- Resa Cromatica: CRI > 70
- Sorgente Luminosa: LED Rebel a 122 lm / 350mA
- Numero LEDs: da 16 a 64 / 525mA
- Flusso Luminoso: da 1680 a 6720 lm a seconda della versione
- Ottica: Nano-ottica a doppio menisco per illuminazione stradale. Concetto di illuminazione Multi-layer, ogni ottica illumina tutta la sede stradale, per garantire i parametri di uniformità anche in caso di spegnimento di qualche LED.
- Fotometrie: disponibilità di 4 distribuzioni fotometriche per ottimizzare i risultati alle caratteristiche geometriche dell'installazione.

## 4) Durata di vita

- Vita economica: 60.000 ore (Ta=25 °C)
- Flusso luminoso residuo pari a 86% del flusso iniziale a T ambiente esterna media pari a 25 °C.
- Piastra LED e driver forniti di sensore di temperatura, per evitare sovra-temperature.

### 5) Conformità

L'apparecchio dovrà essere conforme a:

- EN60598
- ENEC
- CE
- RoHS
- Legge Regionale n°17/2000

Nello specifico lavoro verranno utilizzati apparecchi illuminanti equipaggiati con n°64, 48, 40 e 32 led (v. tavola progettuale)

### **e - Cassette di sezionamento o derivazione:**

Le cassette dovranno essere del tipo prescritto nel Capitolato e dovranno essere fornite e poste in opera corredate di tutta la necessaria apparecchiatura interna, pali, morsetti di linea o di derivazione, bullone per la messa a terra, basi portafusibili, fusibili di adeguata taratura, tali da fornire le migliori garanzie di sicurezza elettrica e meccanica. Le eventuali cassette poste sotto il piano stradale e nei pozzetti, dovranno essere sempre miscelate o paraffinate. I pressacavi d'entrata per le cassette, dovranno garantire l'assoluta impermeabilità all'acqua.

I materiali per la sospensione dei conduttori e degli organi illuminanti, sarà impiegata un fune di acciaio zincato a formazione spirale del diametro minimo di 6 mm<sup>2</sup>, con un carico di rottura non inferiore a 60 Kg/mmq.

Per la posa in opera delle funi di acciaio, saranno impiegati ganci a muro, tenditori, morsetti clips, salvacorda ed ogni altro accessorio di montaggio o fissaggio che risultasse necessario per rendere l'opera estremamente sicura e funzionale. Tutti gli accessori di fissaggio, dovranno essere zincati a fuoco.

### **f - Palificazioni:**

I pali essenzialmente saranno del tipo tubolare rastremato o tronco conico in acciaio, e potranno essere verniciati o zincati a seconda delle esigenze della D.L. od in armonia con quanto già esistente.

- Per i pali da verniciare, si dovrà avere molta cura nel trattamento antiruggine, mediante una mano di minio al piombo, ed internamente per la zona d'incastro con trattamento bituminoso.

La parte fuori terra, sarà successivamente verniciata con n. 2 mani di vernice con colore a scelta dalla D.L.

I pali zincati, avranno caratteristiche come descritto dall'elenco prezzi unitari.

Le mensole, bracci stradali o staffe e qualunque opera in ferro lavorato, devono sempre rispondere alle Norme UNI. Le opere in oggetto previste per essere verniciate, dovranno sempre essere fornite a piè d'opera, con doppia mano di vernice antiruggine e poi successivamente verniciati in opera, mentre per la parte interrata, la si dovrà bituminare adeguatamente. I fori di entrata dei cavi nel braccio tubolare, come nei pali nonché le estremità dei tubi di adduzione della trincea alle cassette o simili, devono essere smussati ed arrotondati ai bordi in modo da non danneggiare o scalfire cavi esistenti compromettendo il loro grado d'isolamento. Tali accessori si riterranno compresi nel prezzo di appalto in sede di analisi prezzi. A protezione delle basi

delle palificazioni, si dovrà provvedere alla realizzazione di un manufatto in cls per circa 25/30 cm. con angoli smussati.

- Palo cilindrico per arredo urbano in acciaio tipo Milewide (Philips) da abbinare agli apparecchi illuminanti MiniMilewide con braccio singolo e tiranti in acciaio inox da 1000mm con codolo saltato sul palo per all'apparecchio della pista ciclopedonale con le seguenti caratteristiche tecnico-costruttive:

- tipo di acciaio : S235JR / UNI 10025
- altezza totale : 8800mm
- altezza fuori terra : 8000mm
- infissione : 800mm
- diametro palo : 152mm
- diametro sommità : 152mm
- asola ingresso cavi : 150x50mm
- asola morsettiera : 186x45mm
- morsettiera con fusibili a doppio isolamento
- portella di chiusura della morsettiera a filo palo tipo Reset

Il palo dovrà essere fornito zincato secondo Norme EN 1461 e verniciato in fabbrica a polveri con polimerizzazione a forno di colore grigio antracite DB 702 oppure RAL 9006 con relativa fascia di protezione da 500mm in prossimità dell'incastro nel plinto.

Il palo dovrà essere dotato di etichetta identificatrice secondo Norme EN 40.

- Palo cilindrico per arredo urbano in acciaio tipo Milewide (Philips) da abbinare agli apparecchi illuminanti MiniMilewide con braccio singolo e tiranti in acciaio inox da 1000mm con codolo saltato sul palo per all'apparecchio della pista ciclopedonale con le seguenti caratteristiche tecnico-costruttive:

- tipo di acciaio : S235JR / UNI 10025
- altezza totale : 5500mm
- altezza fuori terra : 5000mm
- infissione : 500mm
- diametro palo : 152mm
- diametro sommità : 152mm
- asola ingresso cavi : 150x50mm
- asola morsettiera : 186x45mm
- morsettiera con fusibili a doppio isolamento
- portella di chiusura della morsettiera a filo palo tipo Reset

- manicotto posto a 5000mm in esecuzione da 150x60mm per illuminazione pista ciclo-pedonale

Il palo dovrà essere fornito zincato secondo Norme EN 1461 e verniciato in fabbrica a polveri con polimerizzazione a forno di colore grigio antracite DB 702 oppure RAL 9006 con relativa fascia di protezione da 500mm in prossimità dell'incastro nel plinto.

Il palo dovrà essere dotato di etichetta identificatrice secondo Norme EN 40.

#### **g - Verniciature:**

Tutte le parti metalliche non zincate, dovranno essere verniciate con due mani di antiruggine, previa pulitura e sgrassatura esterna. I materiali e le apparecchiature fornite già verniciate dovranno essere eventualmente ritoccate (esempio Quadri Elettrici). Non saranno ammesse installazioni di palificazioni con verniciatura già

definitiva in quanto dovranno essere eseguite su palo in opera con vernice colorata a smalto alla nitro cellulosa o in vernice alluminata, a giudizio della D.L. o dal committente.

Tutte le parti metalliche poste in opera zincate, dovranno avere le caratteristiche elencate nell'Elenco Prezzi Unitari.

#### **h - Organi di sostegno e fissaggio:**

Tutti i materiali e le apparecchiature dovranno essere fissati e sostenuti in modo stabile e tale che non si abbiano vibrazioni , spostamenti o cedimenti e quindi idonei alla classe di luogo per cui sono stati installati.

#### **h - Blocchi di fondazione e pozzetti di derivazione:**

Tutte le palificazioni metalliche, saranno munite del relativo blocco di fondazione in cls, le dimensioni di tali blocchi saranno proporzionali alle caratteristiche del palo, con caratteristiche evidenziate dalle tavole progettuali.

La dosatura dei calcestruzzi, sarà stabilita di volta in volta dalla D.L., per mancanza di prescrizioni particolari dovrà essere la seguente:

- per ogni mc. : ghiaia mc. 0,800
- per ogni mc. : sabbia mc. 0,400
- per ogni mc. : cemento Kg. 200 tipo 325
- per ogni mc. : acqua litri 120/150.

I blocchi di fondazione, saranno di forma parallelepipedo monolitica o risegati come indicato in progetto.

In tali blocchi di fondazione, saranno costituiti il foro per l'infissione del palo (di dimensioni leggermente superiori al diametro di base del palo stesso ed ove necessario i fori di canalizzazione dei cavi elettrici) e della corda di messa a terra. Il foro centrale, dovrà avere un fondello in cls di spessore non inferiore a cm. 20.

Il fissaggio del palo nel suo basamento, sarà eseguito previo perfetto appiombamento del palo stesso, con colatura a rifiuto di sabbia finissima mista a cemento nell'intercapedine tra il palo ed il foro di contenimento predisposto.

Alla superficie sarà costituito uno strato di suggellatura in cls cementizio di idoneo spessore, ovvero sarà costituito un blocchetto piramidale di opportuna dimensione, come indicato in progetto o stabilito dalla D.L.

I pozzetti, saranno costruiti con pareti in muratura di mattoni pieni od in cls di cemento, senza fondale come stabilito in progetto o indicato dalle D.L., ivi compresa l'eventuale camicia in cls cementizio magro. Essi saranno muniti di chiusino a coperchio in ghisa su strada, ovvero in ferro lavorato o in cls armato, a giudizio della D.L. sui marciapiedi o simili.

#### **i - Scavi:**

Sulla base delle planimetrie dei tracciati forniti dalla D.L., l'Appaltatore dovrà procedere ad indagini preliminari ed accertamenti sulla natura del sottosuolo e sull'esistenza dei manufatti, tubazioni e varie appartenenti all'Ente appaltante stesso o ad altri Enti, avendo cura di concordare con la D.L. in modo di procedere. Ben intesi che altri ostacoli, impedimenti ovvero presenza di manufatti,

tubazioni, ecc., come sopra che dovessero presentarsi nel corso di esecuzione degli scavi, saranno fatti presenti alla D.L., con la quale si concorderà del pari il modo di procedere.

Per quanto riguarda gli scavi relativi a trincea, blocchi di fondazione e pozzetti, il disfacimento della pavimentazione stradale dovrà essere limitato alla superficie strettamente indispensabile alla esecuzione del lavoro compatibilmente con la stabilità degli scavi.

A giudizio della D.L., l'eventuale non giustificata maggiore superficie di pavimentazione e relativo ripristino, non saranno compensati all'appaltatore. Lo scavo di trincea, da servire per la posa dei cavi direttamente interrati ovvero per la posa delle tubazioni di canalizzazione degli stessi, avrà in genere una larghezza non minore a 40 cm. e la profondità non minore a 60 cm. sui marciapiedi, banchine stradali e simili e non minore a m 1,20 in particolari casi a giudizio della D.L.

La suddette trincea dovrà essere eseguita con spalle diritte a piombo e con fondo netto, pulito e perfettamente in piano ed ogni caso bisogna procedere in modo da prevenire o impedire scostamenti o franamenti, i quali saranno comunque da riparare a cura dell'Appaltatore, come anche previsto nella relativa voce dell'elenco prezzi, essendo ivi comprese assicurazioni e armature dello scavo:

- ad assicurare la circolazione stradale e l'accesso alle abitazioni ed ai negozi;
- a garantire l'incolumità delle persone mediante la posa di opportuni ripari, recinzioni, passerelle ed appropriate segnalazioni diurne e notturne;
- a mantenere in ogni caso la continuità del transito su strade e marciapiedi, provvedendo se necessario a richiedere l'intervento delle opportune Autorità per eventuale temporanea sospensione appartenenti ad Enti diversi.

Resta fermo che la responsabilità di ogni eventuale danno a persone o cose, riguarda esclusivamente l'Appaltatore. Al fondo della trincea e per tutta la larghezza dello scavo sarà steso uno strato di sabbia bianca di fiume accuratamente vagliata, costipata per uno strato non minore di 10 cm., nella quale saranno posati i cavi elettrici, incassati a pressione manuale di modo che di sopra si possa posare una fila di mattoni pieni che non siano a contatto diretto con i cavi stessi.

Nel caso di posa di tubazioni per la canalizzazione di detti cavi, tale strato di sabbia può essere sostituito da analogo strato di terra accuratamente vagliata e costipata come sopra, nella quale le tubazioni saranno posate accuratamente, di modo che appoggino pienamente su tutta la loro lunghezza.

È implicito che in sede di esecuzione degli scavi l'Appaltatore dovrà porre ogni cura perché il materiale di sterro accumulato non arrechi intralci al traffico e all'accesso delle proprietà pubbliche o private, nonché al libero deflusso delle acque comunque scorrenti in superficie, le quali non dovranno in nessun caso riversarsi negli scavi eseguiti.

#### **I - Reinterri:**

Eseguita la posa dei cavi protetti da fila di mattoni, la posa delle tubazioni e la costruzione dei blocchi di fondazione e dei pozzetti, si procederà al getto di un primo strato di terra vagliata di spessore idoneo a inglobare la struttura, e quindi si completerà il reinterro in genere con i materiali provenienti dagli stessi scavi, ovvero di qualsiasi altra provenienza purché indicati adatti dalla D.L.

Essi saranno gettati, sistemati e posizionati a strati di modo che a lavoro ultimato non diano luogo ad avvallamento o cedimenti. Le materie di supero dai reinterri, dovranno essere portate prontamente alla discarica fuori dall'ambito del cantiere.

**m - Demolizioni e rimozioni:**

Per la demolizione degli impianti ed il recupero dei relativi materiali, dovranno essere adottati tutti gli opportuni accorgimenti ed i mezzi indispensabili, in modo che i materiali stesso non subiscano deterioramento e possano risultare idonei a nuovo impiego. In particolare le demolizioni di muratura, calcestruzzi, ecc. sia parzialmente che complete, devono essere eseguite con ordine e necessarie precauzioni, in modo da non danneggiare le residue murature, da prevenire qualsiasi infortunio agli addetti ai lavori e da evitare incomodo disturbo. Le demolizioni dovranno limitarsi alle parti ed alle dimensioni prescritte. Quando, anche per mancanza di puntellamenti o di altri accorgimenti saranno oltrepassati i limiti fissati, saranno a cura e spese dell'Appaltatore, senza alcun compenso, ricostruite e rimesse in ripristino le parti indebitamente demolite. I materiali di scarto provenienti dalle demolizioni e rimozioni devono sempre dall'Appaltatore essere trasportate fuori dal cantiere nei punti indicati od a rifiuto alle pubbliche discariche.

**n - Organi di sostegno e fissaggio:**

Tutti i materiali e le apparecchiature dovranno essere fissati e sostenuti in modo stabile e tale che non si abbiano vibrazioni , spostamenti o cedimenti e quindi idonei alla classe di luogo per cui sono stati installati.

**o - Quadri Elettrici:**

- I Quadri Elettrici in lamiera o in fibra di vetro dovranno essere in rispondenza alle CEI 17-13 e CEI 70.1 con un grado di protezione almeno IP 54, completi di portella di chiusura ed apribile a mezzo di attrezzo a chiave.
- La struttura in metallo e le portelle dovranno essere verniciate con doppia verniciatura antiruggine previo decapanaggio, stuccatura, carteggiatura, fosfatizzazione e seguirà verniciatura con vernici alla nitrocellulosa o epossidiche, colore a scelta del committente.
- La struttura sarà realizzata con una intelaiatura in profilo d'acciaio e pannelli in lamiera autoportante modulare.
- Minuteria e bulloneria saranno composte a trattamento galvanico in cadmiatura o passivazione.
- La disposizione delle apparecchiature sui pannelli del Quadro dovrà essere fatta in modo che il fronte pannello risulti ordinato e sia immediato il reperimento dei vari comandi.
- Per quanto possibile dovrà essere rispettata la disposizione delle apparecchiature e degli strumenti indicati nei disegni allegati al Capitolato e si dovrà tenere conto delle necessità dell'esercizio e della manutenzione.
- Deve pertanto essere assicurato un comodo e facile accesso a tutte le apparecchiature e gli strumenti montati sul Quadro. Particolare cura dovrà

essere posta all'accessibilità delle parti di più frequente ispezione, come fusibili, relè, interruttori, ecc..

- L'accesso delle apparecchiature interne del Quadro deve del resto tenere conto della sicurezza delle persone e della possibilità di venire accidentalmente in contatti con parti sottotensione.
- Tutte le connessioni sulle corde isolate dovranno essere eseguite con capicorda applicati a pressione con apposite pinze oleodinamiche.
- Tutti i collegamenti ausiliari e quelli agli strumenti di misura dovranno essere eseguiti con fili di rame isolati con materiale termoplastico con tensione nominale da 450/750V
- Non è ammessa la connessione diretta agli organi di comando di più di un conduttore per fase.
- Ogni conduttore dovrà essere contrassegnato con scritte indelebili e tale identificazione riportata sugli schemi elettrici.
- Dovranno essere previsti sul Quadro appositi spazi per eventuali estensioni del Quadro ed inoltre il 20% dello spazio frontale dovrà essere riservato ad eventuali ampliamenti.
- Tutti i circuiti ausiliari per comandi, segnalazione o misure che entrano ed escono dal Quadro, dovranno fare capo ad una apposita morsettiera di tipo componibile in strattite o melaumina di sezione adeguata ai conduttori che vi fanno capo. Le morsettiere dovranno portare le indicazioni necessarie per contraddistinguere il circuito ed il servizio a cui ciascun conduttore appartiene.

#### **p – Fotocellula:**

Fotocellula crepuscolare “**Infralux**” idonea per un funzionamento anche sotto una lampada di Illuminazione Pubblica, in quanto tale sensore rileva solo la luce infrarossa con le seguenti caratteristiche tecnico/costruttive:

- |                                |   |
|--------------------------------|---|
| – Dimensioni interruttore      | : 3 moduli da 17,5 mm                                     |
| – Dimensioni rilevatore        | : Diametro 30 mm con sporgenza di 10 mm e filettatura M12 |
| – Alimentazione                | : 230Vac ± 15%  |
| – Assorbimento                 | : 1VA / 250Vac  |
| – Grado di protezione          | : IP42 → Interruttore<br>IP67 → Rilevatore                |
| – Temperatura di funzionamento | : - 30° / + 70°   |
| – Portata del contatto NA      | : 3A / 250V   |

L'apparecchio Infralux è costituito da un contenitore a 3 moduli da inserire nel Quadro di distribuzione e da una cellula ad infrarossi corredata da 1,5 m di cavo da 3x1mm<sup>2</sup> con funzioni multiple, accessibili direttamente sul frontalino:

- marcia forzata;
- marcia permanente;

- marcia temporizzata;
- spegnimento automatico reimpostato;
- regolazione della soglia di commutazione da 4/10 lux.

I differenti orientamenti del rilevatore nell'installazione, il suo occultamento tra il fogliame, eventuali variazioni di pulizia del sensore non hanno influenza sugli istanti di commutazione.

## 11 – CLASSIFICAZIONE DELLA STRADA

Le varie categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio sono state assegnate dopo aver effettuato l'analisi dei rischi definita dall'Art. 7 delle Norme UNI 11248.

### 11.1 – Viabilità di P.R.G.

La strada in oggetto secondo le Norme UNI 11248 prospetto 1) è di classe “F” (Art. 6.3):

#### **“Strada urbana locale”**

con limite di velocità di 50 km/h e destinata alla viabilità di una zona di lottizzazione.

Ne deriva che la strada è di tipo “F” con categoria illuminotecnica “ME4b” con i seguenti parametri illuminotecnici:

Classe	Luminanza della carreggiata			Contrasto di soglia	Illuminamento aree circostanti
	L (cd/m <sup>2</sup> )	U <sub>0</sub>	U <sub>L</sub>	TI%	SR
ME4b	0,75	0,4	0,4	15%	0,5

Il valori dei parametri illuminotecnici specifici per ogni categoria intesi come **minimi mantenuti** 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 dovranno essere più elevati di quelli specificati, per tener conto, per esempio, del deperimento delle lampade, delle tolleranze di fabbrica, dell'interezza sui valori del coefficiente di luminanza ridotto “r” della pavimentazione stradale e della matrice di misura in fase di verifica e di collaudo.

### 11.2 – Via Basella

La strada in oggetto secondo le Norme UNI 11248 prospetto 1) è di classe “E” (Art. 6.3):

#### **“Strada urbana di quartiere”**

con limite di 50 km/h e destinata alla viabilità di penetrazione al centro.

Ne deriva che la strada è di tipo “E” con categoria illuminotecnica “ME3c” con i seguenti parametri illuminotecnici:

Classe	Luminanza della carreggiata			Contrasto di soglia	Illuminamento aree circostanti
	L (cd/m <sup>2</sup> )	U <sub>0</sub>	U <sub>L</sub>	TI%	SR
ME3c	1,0	0,4	0,5	15%	0,5

Il valori dei parametri illuminotecnici specifici per ogni categoria intesi come **minimi mantenuti** 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 dovranno essere più elevati di quelli specificati, per tener conto, per esempio, del deperimento delle sorgenti luminose, delle tolleranze di fabbrica, dell'interezza sui valori del coefficiente di luminanza ridotto "r" della pavimentazione stradale e della matrice di misura in fase di verifica e di collaudo.

### 11.3 – Pista ciclo-pedonale

Per quanto riguarda la zona dei parcheggi e delle piste ciclo-pedonali è necessario realizzare i parametri illuminotecnici di classe **S3** e coordinati con la categoria illuminotecnica ME3c e ME4b e quindi:

Classe	Illuminamento orizzontale		Contrasto di soglia TI%
	$\bar{E}$ / lux	$E_{min}$ / lux	
S2	10	3	15
S3	7,5	1,5	15

Il passaggio pedonale sarà illuminato con un apparecchio illuminati avente ottica specifica in grado di elevare il contrasto e quindi evidenziare l'eventuale ostacolo ad una distanza di sicurezza corrispondente allo spazio della frenata.

### 11.4 – Rotatoria

Secondo le Norme EN 13201-2 alla rotatoria sarà assegnata una categoria di progetto C3 ed una categoria d'esercizio C2 e quindi ne deriveranno i seguenti parametri:

Classe	Illuminamento orizzontale		Contrasto di soglia TI%
	$\bar{E}$ / lux	$U_0$	
CE2	20	0,4	10
CE3	15	0,4	10

Le varie categorie illuminotecniche di progetto e di esecuzione sono state assegnate dopo aver effettuato l'analisi dei rischi definita dall'Art. 7 delle Norme UNI 11248.

Il valori dei parametri illuminotecnici specifici per ogni categoria intesi come **minimi mantenuti** 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 dovranno essere più elevati di quelli specificati, per tener conto, per esempio, del deperimento delle lampade, delle tolleranze di fabbrica, dell'interezza sui valori del coefficiente di luminanza

ridotto "r" della pavimentazione stradale e della matrice di misura in fase di verifica e di collaudo.

### **11.5 – Riduzione dei livelli di illuminamento**

Nel caso si ravviserà la condizione che il traffico notturno sia inferiore del 50% di quello di progetto si potrà declassificare di una classe illuminotecnica con l'adozione di sistemi in grado di ridurre i livelli di potenza impegnata che permetterà di ridurre i costi di gestione dell'ordine del 35% rispetto ad un impianto tradizionale ed in grado di ottemperare l'Art. 6 della Legge Regionale n° 17/2000 e s.m.i.

Il funzionamento sarà il seguente:

- tensione al momento dell'accensione : 230V
- tensione di alimentazione serale : 220V / 530mA (1.100 ore)  
(dall'imbrunire alle ore 22.00)
- tensione di alimentazione notturna : 220V / 300mA (3.100 ore)  
(dalle ore 22.00 all'alba)

La riduzione del flusso luminoso sarà del 50% pur mantenendo lo stesso grado di uniformità sia a livello di  $U_0$  che di  $U_L$  ottemperando le Norme UNI 11248 ed impostabile in fabbrica.

## 12 – RELAZIONE TECNICA GENERALE

L'impianto elettrico e di illuminazione come già evidenziato in altri capitoli dovrà essere realizzato secondo le prescrizioni derivanti da:

- **Norme CEI 64.8 sez. 714** : "Impianti di illuminazione situati all'esterno";
- **Norme UNI 11248** : "Illuminazione stradale" – "Selezione delle categorie illuminotecniche";
- **Norme EN 13201-2** : "Illuminazione stradale"- Requisiti prestazionali
- **Legge 17/2000** : "Misure urgenti in materia di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso"

### 12.1 – Punto di consegna energia

Si prevede un nuovo punto di consegna energia da collegarsi in prossimità dell'attuale cabina di trasformazione ENEL per una potenza contrattuale di 10kW / 380V+N il cui gruppo di misura è da collocarsi nell'apposito vano ricavato nel Q.E.G.

Il contenitore da affiancare al manufatto alla cabina ENEL dovrà essere in poliesteri rinforzato in fibra di vetro a doppio isolamento, con grado di protezione IP55 da 1800x850x350 mm da fissare tramite zanche in acciaio zincato annegate nel bauletto in cls.

Il contenitore dovrà essere del tipo a due scomparti (vano gruppo di misura + vano utente) con portella di chiusura trasparente e dotato di serratura a chiave unificata "12/21".

A completamento si dovrà:

- Realizzare un manufatto in cls da 1000x500x600mm per connessione ai due pozzetti di derivazione da 500x500x600mm con chiusini in ghisa destinati all'arrivo energia ENEL e all'uscita delle linee dell'impianto.
- Il Quadro Elettrico Generale dovrà avere tutte le apparecchiature di comando e protezione come da schema di progetto e secondo le Norme CEI 23.51, completo delle apparecchiature di protezione da sovratensioni di origine atmosferica e con la seguente consistenza:
  - n° 1 interruttore automatico magnetotermico generale da 4x63A con curva d'intervento "D" e potere di corto-circuito di 10.000A
  - n° 1 sezionatore con fusibili da 4x50A a protezione dello scaricatore di sovratensioni di origine atmosferica
  - n° 1 scaricatore per sovratensioni di origine atmosferica composto da n°3 varistori + spinterometro da 20kA;
  - n° 1 toroide differenziale a taratura variabile con I<sub>d</sub> da 30mA a 10A autoripristinabile;
  - n° 3 interruttori automatici magnetotermici da 2x20A con curva d'intervento "C" e potere di corto-circuito di 6000°
  - n° 2 interruttori automatici magnetotermici differenziali da 2x16A / I<sub>d</sub>=300mA con curva d'intervento "C" e potere di corto-circuito di 6000°

- n° 1 interruttore automatico magnetotermico differenziale da 2x32A / Id=300mA con curva d'intervento "C" e potere di corto-circuito di 6000°
  - n° 4 teleruttori d'inserzione da 2x32A di tipo modulare con bobina a 220V
  - n° 1 sezionatore con fusibili da 2x10A per circuiti ausiliari
  - morsettiera adeguata con i relativi numeri di identificazione
  - cablaggio autoestinguente
  - nodo di terra Giallo/Verde da 16mmq
  - collegamento delle masse metalliche a terra;
  - certificato di conformità del costruttore secondo Norme CEI 17.13;
  - etichettatura delle protezioni e targa di identificazione prestazione e del costruttore del quadro elettrico;
  - schema elettrico plastificato all'interno della portella
  - collegamento elettrico delle linee in arrivo e delle linee in partenza
- Impianto di terra realizzato con:
    - n° 8 dispersori di terra a picchetto in acciaio zincato da 1500x50x5x5mm ;
    - corda di rame isolata N07V-K da 16 mm<sup>2</sup> che connette i vari dispersori;
    - connessione al nodo di terra ricavato nel Q.E.
  - Tamponatura del fondo Quadro Elettrico con elementi "Roxtec" in grado di assicurare una protezione complessiva IP55.

## **12.2 – Impianto elettrico e di illuminazione viabilità**

L'impianto avrà origine dal nuovo Quadro Elettrico presso la struttura della cabina ENEL (vedi tavola 1/E) sfruttando parzialmente alcune tubazioni in polietilene già esistenti.

L'impianto di illuminazione verrà realizzato con l'obiettivo di ottemperare le prescrizioni delle seguenti categorie:

- |                       |   |                        |
|-----------------------|---|------------------------|
| - Via Basella         | : | ME3c                   |
| - Strada di PRG       | : | ME4b                   |
| - Pista ciclopedonale | : | S2 coordinata con ME4b |
| - Rotatoria           | : | C2 coordinata con MEC3 |

I cui valori sono statati previsti in progetto con le ottiche della Philips e componentistica a tecnologia Led al fine di, a parità di percezione di percezione visiva, si avrà una riduzione della potenza installata dell'ordine del 45%

I lavori da eseguire saranno:

- Formazione di scavo a sezione ristretta da 30x60 cm con posa di un letto di sabbia vagliata per la posa di tubazioni in polietilene da 63 e 110 mm (diametro esterno) e ricoperte da un manto di magrone da 100 mm (vedi particolari costruttivi)

- Intercettazione della tubazione per la realizzazione di pozzetto di derivazione da 330x330x600 mm con chiusino in ghisa sferoidale D400 connesso al relativo plinto in cls da 1000x1000x1000 mm
- Realizzazione del plinto in cls da 1000x1000x1000 mm con foro centrale da 300 mm e connesso al pozzetto con tubo da 40 mm
- Fornitura e posa di n° 6 palificazioni d'arredo "Milewide" (Philips) da 8.000 mm con doppio sbraccio da 1000+1000 mm con relativo tirante in acciaio inox e verniciate grigio antracite DB702 o RAL 9006 con:
  - tipo di acciaio : S235JR / UNI 10025
  - altezza totale : 8800mm
  - altezza fuori terra : 8000mm
  - infissione : 800mm
  - diametro palo : 152mm
  - diametro sommità : 152mm
  - asola ingresso cavi : 150x50mm
  - asola morsettiera : 186x45mmTali palificazioni dovranno essere fissate fornite in cantiere già verniciate in fabbrica e debitamente protetto da un panno in feltro
- Fornitura e posa di n° 9 palificazioni d'arredo "Milewide" (Philips) da 8.000 mm con sbraccio da 1000 mm con relativo tirante in acciaio inox e verniciate grigio antracite DB702 o RAL 9006 con:
  - tipo di acciaio : S235JR / UNI 10025
  - altezza totale : 8800mm
  - altezza fuori terra : 8000mm
  - infissione : 800mm
  - diametro palo : 152mm
  - diametro sommità : 152mm
  - asola ingresso cavi : 150x50mm
  - asola morsettiera : 186x45mmTali palificazioni dovranno essere fissate fornite in cantiere già verniciate in fabbrica e debitamente protetto da un panno in feltro
- Fornitura e posa di n° 49 morsettiere tipo "ISIWAY" complete di fusibili e protezioni da sovratensioni di origine atmosferica:
- Fornitura e posa di n° 8 apparecchi illuminanti d'arredo urbano della serie "Milewide LedGine" con corpo in fusione di alluminio e piastra da 64 Led / 108W completi di alimentatore elettronico per una futura alimentazione a 530mA, in grado di fornire 11.329 Lumen, con tonalità di 4000K ed avere una durata complessiva di 50.000 ore all'80% del flusso luminoso
- Fornitura e posa di n° 17 apparecchi illuminanti d'arredo urbano della serie "Milewide LedGine" con corpo in fusione di alluminio e piastra da 48 Led / 81W completi di alimentatore elettronico per una futura alimentazione a 530mA, in grado di fornire 8.497 Lumen, con tonalità di 4000K ed avere una durata complessiva di 50.000 ore all'80% del flusso luminoso

- Fornitura e posa di n°4 apparecchi illuminanti d'arredo urbano della serie "Milewide LedGine" con corpo in fusione di alluminio e piastra da 40 Led / 66W completi di alimentatore elettronico per una futura alimentazione a 530mA, in grado di fornire 7.081 Lumen, con tonalità di 4000K ed avere una durata complessiva di 50.000 ore all'80% del flusso luminoso
- Fornitura e posa della linea di alimentazione delle utenze in campo con cavo FG7(0)R posta entro tubazioni interrato precedentemente realizzate con la seguente specificità:
  - sez. 2x1x6mm<sup>2</sup>
  - sez. 2x1x10mm<sup>2</sup>
  - sez. 2x1x16mm<sup>2</sup>
 con connessione diretta alla morsettiera bordo palo (vedi tavola planimetrica 1/E)
- Collegamento elettrico da morsettiera a palificazione con cavo multipolare FG7(0)R da 2x2,5mm<sup>2</sup> (doppio isolamento) debitamente protetto da fusibili
- Formazione di giunte con muffole isolate in gel dielettrico con protezione IP68 a doppio isolamento ed impiegabile solo per le derivazioni di linee principali con linee secondarie o in derivazione
- Fornitura e posa di n°4 proiettori "Zack" della S ide in fusione di alluminio e dotati di ausiliari elettrici per lampade da 35W HQI (luce bianca) comprensivi di opere di scavo, casseformi e ripristino dello scavo
- Identificazione del conduttore di neutro mediante l'applicazione di nastro di colore azzurro.

### **12.3 – Pista ciclopedonale**

La pista ciclopedonale ipotizzata nell'ambito della lottizzazione che collega le "aree verdi" del Comune di Grassobbio secondo le Norme UNI EN 13201-2 può essere assoggettata una categoria di progetto S2 che presuppone i seguenti valori illuminotecnici:

- illuminamento medio mantenuto : 10 lux;
- illuminamento minimo mantenuto : 3 lux;

comunque il valore effettivo dell'illuminamento medio mantenuto non può essere maggiore di 1,5 volte il valore minimo indicato dalle Norme.

Per l'occasione e vista l'analisi dei rischi e la Legge 17/2000 della Regione Lombardia e s.m.i. il sistema di illuminazione dovrà consentire di

- avere la massima luminosità prevista in progetto nelle ore di maggior utilizzazione, che può essere:
  - sino alle ore 21 per il periodo invernale;
  - sino alle ore 23 per il periodo estivo

- riduzione del 50% della luminosità e quindi la parimenti della potenza nelle ore di minor traffico nelle ore notturne secondo le Norme UNI 11248.
- dotare il sistema con un sensore di presenza che possa attivarsi al massimo della potenza in caso di utilizzo sia in riduzione;  
L'impianto ed i sistemi da utilizzare dovranno essere di tipo d'arredo urbano con sorgenti luminose a tecnologia Led ai fini della qualità delle linee e della durata funzionale che non dovrà essere inferiore a 50.000 ore.
- realizzazione di plinti in cls da 800x800x800 mm con foro centrale da 250 mm e connesso al relativo pozzetto con tubo in polietilene da 40 mm
- formazione di scavo a sezione ristretta da 20x60 cm con fondo di sabbia per la posa di tubazione in polietilene da 110 mm che dovrà essere ricoperta da manto di magrone ed intercettata da idonei pozzetti di derivazione in cls da 330x330x600 mm con chiusino in ghisa sferoidale C250;
- adeguamento in prossimità di Via Don Sturzo al fine di collegare l'ultimo pozzetto di derivazione esistente con il primo pozzetto da realizzare in occasione della costruenda pista ciclopedonale. Tale linea è connessa alla linea in cavo di Via Don Sturzo a cui saranno derivate le linee di alimentazione;
- fornitura e posa di n° 29 palificazioni in acciaio zincato verniciato ferromicaceo con punto luce a 5000 mm complete di piccolo sbraccetto da 60 mm per l'allaccio dell'apparecchio illuminante con le seguenti caratteristiche:
 

– diametro base	:	150 mm
– diametro sommità	:	150 mm
– altezza totale	:	5.500 mm
– altezza fuori terra	:	5.000 mm
– asola ingresso cavi	:	185x80 mm
– asola morsettiera	:	185x80 mm (reset)

Le palificazioni dovranno essere fornite verniciate con polveri epossidiche RAL 9006 tipo Philips mod. "Milewide".

- fornitura e posa di n° 29 apparecchi illuminanti "Milewide LedGine" con corpo in fusione di alluminio ed ausiliari elettrici per sorgenti luminose a Led da 177 lumen ed alimentazione a 530mA a doppio isolamento e grado di protezione IP66
- le giunte delle linee principali dovranno avvenire esclusivamente nei pozzetti tramite muffole isolate in gel dielettrico

## 12.4 – Area verde

L'alimentazione dell'impianto di illuminazione verrà derivato dall'attigua pista ciclopedonale con cavo unipolare FG7(0)R da 2x1x6mm<sup>2</sup> con l'esecuzione dei seguenti lavori:

- predisposizione della rete tubiera con formazione di scavo a sezione ristretta da 30x60cm e relativa tubazione in polietilene da 110 mm ricoperta da manto di magrone ed intercettata da pozzetti di derivazione da 330x330 mm con chiusino in ghisa sferoidale C250 (vedi tavola planimetrica)
- formazione di plinti in cls da 700x800 mm con foro centrale da 250mm in grado di ospitare una palificazione con diametro da 150 mm
- fornitura e posa di n° 2 apparecchi illuminanti ornamentali con corpo in fusione di alluminio equipaggiati con lampade n° 32 Led del tipo "Milewide" con palificazione in acciaio verniciato da 5.000 mm fuori terra con piccolo sbraccio
- alimentazione del Quadro Elettrico del cancello elettrificato con cavo FG7(0)R da 3x10mm<sup>2</sup> (F+N+PE) sfruttando parzialmente le tubazioni della Pubblica Illuminazione e protetto da interruttore automatico magnetotermico differenziale da 2x16A con Id=0,5A con contatti ausiliari 1L+1R per eventuale telecontrollo
- opere di scavo e ripristino per la posa della casseforme ed adeguamento del terreno
- opere di scavo e ripristino per la posa delle tubazioni in polietilene interrate per ospitare i conduttori per i servizi ausiliari e di sicurezza
- fornitura e posa del sistema di elettrificazione cancello a due ante completo delle seguenti apparecchiature:
  - n°2 motoriduttori a 24Vdc a scomparsa
  - coppia fotocellule
  - lampeggiante stilizzato
  - antenna al quarzo
  - selettore a chiave
  - tubazioni in polietilene
  - cavetteria di collegamento
  - materiale per la sicurezza
  - allarme sonoro da apporre alla colonnina per segnalazione cancello chiuso
  - colonnina in estruso di alluminio per installazione fotocellula da 1000mm / inseritore a chiave(vedi specifica voce all'elenco prezzi unitari)

## 13 – LIVELLI DI ILLUMINAMENTO DI ESERCIZIO

Come già evidenziato nei capitoli precedenti il progetto esecutivo è stato redatto secondo le indicazioni fornite dall'analisi dei rischi dell'Art. 7 delle Norme UNI 11248 ed EN 13201-2 prevedendo come base i solidi fotometrici con i seguenti apparecchi:

- Carretera con motore ottico della EWO da 5 unità luce
- Milewide da 48/64 Led
- Proiettori da 104 led

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.

### a. Via Basella

La strada è stata classificata con categoria illuminotecnica d'esercizio "ME3c" e si dovranno realizzare i seguenti parametri:

	Norme UNI 11248	Illuminamento	
		serale	notturno
• Luminanza media	1 cd/m <sup>2</sup>	1,2 cd/m <sup>2</sup>	0,7 cd/m <sup>2</sup>
• Uniformità U <sub>O</sub>	0,40	0,53	0,53
• Uniformità U <sub>L</sub>	0,50	0,66	0,66
• Contrasto di soglia	15%	8,10%	8,00%
• Illuminamento circostante	0,5	0,7	0,7

### b. Strada di PRG

La strada è stata classificata con categoria illuminotecnica d'esercizio "ME4b" e si dovranno realizzare i seguenti parametri:

	Norme UNI 11248	Illuminamento	
		serale	notturno
– Luminanza media	0,75 cd/m <sup>2</sup>	1,00 cd/m <sup>2</sup>	0,6 cd/m <sup>2</sup>
– Uniformità U <sub>O</sub>	0,40	0,66	0,66
– Uniformità U <sub>L</sub>	0,40	0,67	0,67
– Contrasto di soglia	15%	7,20%	7,00%
– Illuminamento circostante	0,5	0,6	0,6

**c. Pista ciclo-pedonale e marciapiedi**

La pista ciclo-pedonale attigua alla viabilità è stata assegnata una categoria illuminotecnica “S2” e sarà coordinata con la categoria “ME4b” e più precisamente:

	Norme UNI 11248	Illuminamento	
		serale	notturno
→ Illuminamento medio	10 lux	13 lux	8 lux
→ Illuminamento minimo	3 lux	8 lux	4,5 lux

I valori notturni saranno ottenuti dalle ore 22 all'alba con l'impiego di regolatori a bordo-apparecchio.

**d. Rotatoria**

Alla rotatoria posta su Via Basella può essere attribuita una categoria illuminotecnica “C2” e sarà coordinata con la categoria “ME3c” e più precisamente:

	Norme UNI 11248	Illuminamento	
		serale	notturno
→ Illuminamento medio	20 lux	25 lux	19 lux
→ Uniformità	0,4	0,6	0,6

I valori notturni saranno ottenuti dalle ore 22 all'alba con l'impiego di regolatori a bordo-apparecchio.

**e. Attraversamento pedonale**

L'attraversamento pedonale inserito nella viabilità di Via Basella sarà illuminato in modo specifico al fine di risaltare il contrasto ed avere una buona illuminazione

L'attraversamento pedonale sarà illuminato con un valore di 50 lux cioè circa 4 volte superiore ai livelli di illuminamento della viabilità.

**14 – POTENZA INSTALLATA**

Il progetto prevede una potenza installata di 15 kW / 400V con alimentazione derivata da un sistema di regolazione della tensione e con le seguenti specificità:

Quantità	Tipo	Potenza	Totale
32	Led	109W	3488W
10	Led	82W	820W
5	Led	69W	345W
15	Led	124W	1860W
2	Led	168W	336W
5	Led	72W	360W
<b>Totale</b>			<b>7.209W</b>

**15 – COSTI DI GESTIONE**

Per la gestione dell'impianto è necessario preventivare i seguenti importi a fronte di un impegno di potenza di **10,0 kW / 400V+N** composto sorgenti luminose a Led e da lampade a Ioduri Metallici.

Si avrà quindi il seguente quadro economico:

	<b>Soluzione S.A.P.</b>	<b>Soluzione Led</b>
<b>a. <u>Potenza fissa annua</u></b>		
• 15,0 kW x 2,50 € x 12 mesi	€ 450,00	
• 10,0 kW x 2,50 € x 12 mesi		€ 300,00
<b>b. <u>Costi di gestione</u></b>		
• 15,0 kW x 0,13 € x 4.200 ore	€ 8.190,00	
• 7,3 kW x 0,13 € x 1.200 ore		€ 1.138,80
• 3,7 kW x 0,13 € x 3.000 ore		€ 1.440,00
• 0,5 kW x 0,13 € x 4.200 ore	€ 273,00	€ 273,00
<b>Totale netto costi</b>	<b>€ 8.913,00</b>	<b>€ 3.151,80</b>
IVA del 21%	€ 1.871,73	€ 661,88
<b>Totale complessivo costi</b>	<b>€ 10.784,73</b>	<b>€ 3.813,68</b>

Con l'impiego di sorgenti luminose a tecnologia Led si avrà in minor costo di gestione di € 6.971,05 (IVA compresa) pari al 64,64 % oltre che consentire di elevare a 60.000 ore la vita media delle sorgenti luminose, rispetto alle attuali 24.000 ore per impianti tradizionali con lampade sodio alta pressione.

## **16 – LINEE DI ALIMENTAZIONE**

I cavi che si andranno ad utilizzare saranno esclusivamente del tipo FG7(O)R posti entro tubazioni in PVC interrato dove è sempre assicurata una caduta di tensione fondo linea non superiore al valore da 3,5% (le Norme prevedono il 5%) per consentire futuri sviluppi.

## **17 – COLLAUDO TECNICO**

Prima della presa in consegna da parte dell'Amministrazione Comunale di Grassobbio si provvederà ad un collaudo tecnico.

Le modalità delle operazioni di collaudo, sono quelle richieste dalle Normative vigenti e cioè:

- Norme CEI 64.14 "Verifiche iniziali degli impianti elettrici"
- Norme CEI 64.8 "Impianto elettrici in B.T."
- Norme CEI 64.8 Sez. 714 "Impianti di illuminazione situati all'esterno"
- Legge n°186 del 01.03.1968
- D.P.R. n°547 del 27.04.1955 "Legge sulla prevenzione degli infortuni"
- Tabella di unificazione CEI-UNEL
- Legge Regionale n°17/2000 e s.m.i.;
- Prescrizione del Capitolato Speciale d'Appalto inerente al Telecontrollo / Telegestione.

È comunque facoltà del collaudatore effettuare, oltre a quanto sopra, tutte le prove e le verifiche ritenute necessarie all'accertamento della buona esecuzione e della funzionalità delle opere.

Il certificato di regolare esecuzione sarà emesso entro 6 mesi dalla fine dei lavori, sarà accertata solo dopo che saranno eseguite tutte le verifiche tecniche, ivi compreso il collaudo tecnico degli impianti, atte a stabilire l'idoneità e la conformità tecnica rispetto al progetto nonché la funzionalità degli impianti.

Per ogni Quadro Elettrico sarà eseguita una verifica tecnica con:

- Misura della resistenza di terra
- Misura del livello d'isolamento
- Misure adottate per la protezione da contatti diretti
- Misure adottate per la protezione da contatti indiretti
- Verifica della funzionalità del Quadro Elettrico con telecontrollo

## 18 – MODALITÀ TECNICHE DEL COLLAUDO

Prima della messa in servizio dell'impianto si dovranno eseguire le seguenti "Verifiche iniziali" e più precisamente:

### 18.1. - ESAME A VISTA

Per esame a vista si intende l'esame dell'impianto elettrico per accertare che le sue condizioni di realizzazione siano corrette senza l'effettuazione delle prove.

- \* Verifica delle tavole progettuali, dei disegni planimetrici e degli schemi dei Quadri in corrispondenza di quanto installato secondo le Norme CEI 64.8 e secondo quanto di progetto;
- \* Controllo dell'idoneità dello stato d'isolamento degli involucri e dalla loro integrità;
- \* Verifica a campione dell'esistenza di contrassegni, marchi e certificazione materiali;
- \* Verifica dell'esistenza e consistenza meccanica dei collegamenti impianto di dispersione a terra;
- \* Verifica a campione la sfilabilità dei conduttori e delle dimensioni dei tubi di nuova installazione;
- \* Controllo della sezione minima dei conduttori e dei colori distintivi dove sono stati rispettati il colore Azzurro per il conduttore di neutro e Giallo/Verde per il conduttore PE;
- \* Verifica dell'esistenza e corretta installazione dei dispositivi di sezionamento e comando;
- \* Verifica che i Quadri siano dotati di portella di chiusura, e serratura a chiave non permettendo manovre involontarie a persone estranee;
- \* Verifica dell'esatta programmazione dei Quadri con regolatori di tensione;
- \* **Involucri**: si devono verificare che le parti attive collocate all'interno di custodie aventi un grado di protezione non inferiore a IPXXB (non accessibile al dito di prova).
- \* Le superfici separatrici orizzontali delle custodie hanno un grado di protezione minimo non inferiore IPXXD (non accessibile al dito di prova).
- \* Verifica delle tavole progettuali che siano state aggiornate come da Capitolato Speciale d'Appalto.

## 18.2 - PROVE STRUMENTALI

Le verifiche strumentali dovranno essere effettuate con strumento omologato per le verifiche di Legge, con lo scopo di sincerarsi che tutte le apparecchiature o gli elementi che costituiscono la sicurezza siano efficienti:

- Verifica del valore della resistenza di terra
- Verifica del livello d'isolamento dell'impianto
- Verifica dell'efficienza dello scatto degli interruttori automatici differenziali
- Verifica della continuità del conduttore PE

### a. Verifica della misura della resistenza di terra

- **Scopo della prova:**

Accertare che il valore della resistenza di terra sia adeguato alle esigenze d'interruzione della corrente di guasto di terra. Infatti per la protezione contro i contatti indiretti le Norme stabiliscono che l'impianto di terra deve essere dimensionato affinché la sua resistenza di terra  $R_t$  sia tale da soddisfare la condizione

$R_a I_a \leq 50V$  per sistemi TT in oggetto, dove:

- $R_a$  = è il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori o la somma delle resistenze del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (ohm)
- $I_a$  = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)
- 50V = è il valore della tensione di contatti limite (V).

- **Modalità della prova:**

La misura della resistenza di terra deve essere effettuata sempre nelle condizioni di ordinario funzionamento del sistema disperdente. Questa misura, non assicurandoci la possibilità di usare picchetti ausiliari, viene eseguita con sistema a due fili, collegando lo strumento al nodo principale di terra e con il conduttore di neutro.

Dalla verifica eseguita si potrà affermare che l'esito della prova in oggetto è positivo e la relazione prescritta dalle Norme CEI 64.8 art. 413.4.1.2 sia soddisfatta ai fini della protezione da contatti indiretti.

### b. Verifica del tempo di scatto degli interruttori differenziali

- **Scopo della prova:**

Effettuare la verifica funzionale degli interruttori automatici differenziali ed accertare eventuali anomalie d'intervento dovute a difetti di fabbricazione del dispositivo, deterioramento di quelli esistenti, oppure installazione errata, errori di collegamento e situazioni circuiteriali particolari.

- **Modalità della prova:**

Si esegue un collegamento tra conduttori attivi a valle del dispositivo differenziale e le masse.

La corrente differenziale  $I_d$  alla quale il dispositivo differenziale funziona non deve essere superiore alla corrente differenziale nominale  $I_{dn}$ .

Per le misure viene prodotto un impulso pari alla corrente d'intervento nominale  $I_{dn}$ , ad ogni misura l'interruttore deve intervenire nel caso di collegamento di protezione corretta.

I tempi d'intervento massimi ammessi in funzione alla corrente di prova sono i seguenti:

$I_{dn}$  deve intervenire entro  $0,3 S$

$2 I_{dn}$  deve intervenire entro  $0,15 S$

$5 I_{dn}$  deve intervenire entro  $0,04 S$

Delle prove eseguite si dovrà consegnare una dettagliata relazione.

- **Conformità della prova:**

Dalla misura effettuata si potrà affermare che l'esito della prova in oggetto sia positivo ed in generale i tempi d'intervento siano rispettati assicurando la giusta protezione da contatti indiretti ed associata all'impianto di terra, ottemperando la relazione

$$\underline{Ra \cdot Ia} \leq 50V \quad \text{dove:}$$

$Ra$  = è il valore più elevato della resistenza di terra dei singoli dispersori o la somma delle resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione delle masse (ohm)

$Ia$  = è il valore della corrente d'intervento degli organi di protezione (A)

$50V$  = è il valore della tensione di contatti limite (V).

ai fini della protezione da contatti indiretti secondo le Norme CEI 64.8 Sez. 714 per sistemi TT.

c. Prova di continuità del conduttore PE

- **Scopo della prova:**

Accertare la continuità dei conduttori di protezione (PE) dei conduttori equipotenziali principali (EQP) e secondari (EQS) nel sistema TT in oggetto.

La prova di continuità deve essere verificata tra i seguenti elementi:

- poli di terra delle prese a spina e collettore di terra
- masse estranee principali (tubi acqua, ecc.) e collettore di terra
- masse estranee supplementari fra loro e verso il morsetto di terra

d. Verifica dell'esatto coordinamento da Cto-Cto e sovraccarico

Si dovrà verificare che tutte le condizioni affinché siano state rispettate le condizioni delle Norme CEI 64.8 ai fini della protezione da Cto-Cto e sovraccarico.

- **Protezione da sovraccarico (Norme CEI 64.8 Art. 444.4):**

Si dovrà ottemperare la seguente relazione

$$I_b \leq I_n \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 \times I_z \quad \text{dove:}$$

$I_b$  = corrente d'impiego della conduttura

$I_z$  = portata del conduttore

$I_n$  = corrente nominale del dispositivo di protezione

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

- **Protezione da Cto-Cto (Norme CEI 64.8 art. 444.3):**

Per una corretta installazione a protezione da Cto-Cto si dovrà verificare la seguente condizione:

$$(i^2t) < K^2 S^2 \quad \text{dove:}$$

$(i^2t)$  = energia specifica lasciata passare dall'interruttore durante il Cto-Cto (integrale di Joule)

$K$  = è il fattore che dipende dal tipo di condutture (Cu o Al) e dal tipo d'isolamento

$S$  = la sezione di fase del conduttore.

e. **Verifica del livello d'isolamento (CEI 64.8 - Art. 714.311)**

- **Scopo della prova:**

Verificare che la resistenza d'isolamento dell'impianto sia conforme a quanto previsto dalle Norme CEI 64.8 Art. 714.311. La misura d'isolamento deve essere condotta tra ogni conduttore attivo e la terra (durante questa prova tutti i conduttori attivi possono essere connessi tra di loro).

- **Modalità della prova:**

Le prove vanno eseguite ad impianto sezionato e con tutti gli utilizzatori collegati.

La tensione deve essere applicata per il tempo necessario a rendere stabile la lettura.

La prova ha un esito positivo quando nel caso in oggetto i valori realizzati non siano inferiori a 0,5 Mohm con tensione di prova di 500V.

f. **Verifica della caduta di tensione**

In conformità alla Norma CEI 64.8 art. 714.525 si dovrà provvedere alla verifica del livello della caduta di tensione che dovrà essere sempre contenuto entro il limite del 5% di quello misurato ai morsetti di alimentazione.

Tale verifica verrà effettuata anche per gli impianti elettrici esistenti ai fini di completare i dati da inserire nel programma di gestione e Telecontrollo.

## 19 – PIANO DI MANUTENZIONE

### 19.1 – Considerazioni generali

Il presente documento riguarda il piano di manutenzione degli impianti elettrici e di illuminazione esterna previsti nel progetto di lottizzazione P.A.1

#### 19.1.1 Aspetti legislativi

Il D.P.R. 462 del 23 gennaio 2002 prevede due obblighi per il datore di lavoro e più precisamente:

- effettuare verifiche ispettive a scadenze stabilite;
- effettuare regolari manutenzioni dell'impianto, che si possono tradurre con l'effettuazione delle "verifiche manutentive" previste dalla vigente normativa CEI per lo specifico tipo di luogo ed ambiente.

La manutenzione degli impianti ai fini della sicurezza è con obbligo previsto dal D.P.R. 462/01 (Art. 4), anche del D.P.R. 547/55 (Artt. 267 e 347) e dal D.Lgs 626/94 (Artt. 3 e 32).

#### 19.1.2 Scopi e contenuti

Il manuale d'uso e manutenzione si riferisce all'uso delle parti più importanti del bene ed in particolare degli impianti tecnologici.

Il manuale contiene l'insieme di informazioni atte a permettere all'utente di conoscere le modalità di funzionamento del bene, nonché tutti gli elementi necessari al limitare quanto più possibile i danni derivanti da un'utilizzazione impropria.

Per manutenzione si intende l'esecuzione di tutte le misure, controlli, regolazioni, sostituzioni di parti o componenti atte a mantenere gli impianti alla normale efficienza e prevedendo guasti o disservizi.

Le operazioni di verifica dello stato degli impianti dovranno essere effettuate senza interferire con il normale funzionamento dell'impianto, ne creare disagio all'utenza.

Gli interventi che dovrebbero richiedere la messa fuori servizio dell'impianto o parte di esso dovranno essere, se effettuati da terzi (attività in appalto ad impresa di manutenzione) preventivamente concordati ed autorizzati dalla direzione tecnica del Comune di Grassobbio, il personale dell'impresa sarà inoltre tenuto a comunicare all'ufficio tecnico l'inizio e la fine di ogni singolo intervento.

Gli interventi di manutenzione da effettuarsi con le cadenze di seguito indicate, salvo anticipate necessità o richieste dell'Amministrazione Comunale o diverse specificazioni dei costruttori, contenute sui manuali, come prescritto dalle Norme CEI.

## 19.2 – Impianti elettromeccanici previsti

Gli impianti oggetto di questo documento sono:

- Quadro Elettrico di comando e protezione
- Palificazioni ed apparecchi illuminanti per esterno
- Linea di alimentazione in cavo entro tubi interrati
- Impianto semaforico
- Cancelli carrali e pedonali elettrificati
- Colonna ricaricabatterie

Di seguito sono brevemente descritti i singoli impianti

### 19.2.1 Quadro Elettrico di comando e protezione

Per l'alimentazione dell'impianto elettrico degli impianti è prevista una consegna in B.T. a 380V+N a 50Hz.

In particolare è stato adottato un Quadro Elettrico completo di scaricatori di tensione, relè differenziali autoripristinabili e sonda crepuscolare.

### 19.2.2 Impianto di illuminazione esterna

L'impianto di illuminazione esterna alimentato da Quadro Elettrico è composto da varie linee in cavo FG7(O)R come meglio specificato dagli elaborati di progetto.

Le apparecchiature presenti nell'impianto di illuminazione sono essenzialmente costituite da:

- N° 58 apparecchi illuminanti "Milewide" con ausiliari elettrici a tecnologia Led da 40/48/64 Led
- N°4 apparecchi illuminanti a pavimento da 35W HQI ;

Per l'uso corretto degli impianti di illuminazione è necessario verificare, dopo significativi lavori di manutenzione, ampliamenti, ecc. quanto segue:

- che il carico dei vari circuiti sia distribuito in modo equilibrato per non sovraccaricare maggiormente una sola fase;
- che ogni complesso di alimentazione sia completo di rifasamento onde evitare addebiti per basso fattore di potenza da parte dell'ente fornitore di energia elettrica e in sovraccarico sulla linea di alimentazione;
- che la caduta di tensione al punto luce più lontano sia comunque contenuto entro il 3% e che l'interruttore di protezione di ogni circuito possa intervenire anche in caso di sovracorrente;

- che il valore dell'isolamento verso terra sia sempre superiore a  $0,5M\Omega$ ;
- che siano attivate le protezioni da contatti diretti ed indiretti.

### 19.3 – Generalità sugli interventi di manutenzione

L'impresa incaricata alla manutenzione dovrà assicurare in permanenza la perfetta efficienza degli impianti, curando il mantenimento di tutti i "parametri" esistenti entro i limiti stabiliti dai singoli costruttori, delle disposizioni normative o dalla direzione tecnica del Comune di Grassobbio.

Tutte le verifiche che implicano la messa fuori servizio degli impianti o parte di essi dovranno essere concordati con l'ufficio tecnico del gestore e saranno eseguiti sotto la loro diretta sorveglianza.

#### 19.3.1 Tipi di manutenzione

In generale si possono distinguere tre tipi di manutenzione e più precisamente:

- **Manutenzione preventiva** (o programmata) – È quella che si sviluppa secondo scadenze prefissate, generalmente durante le fermate dell'impianto; può comportare la sostituzione di parti elettriche critiche indipendentemente dal loro stato d'uso
- **Manutenzione correttiva** (o d'emergenza) – È quella che si attua per riparare guasti o danni
- **Manutenzione predittiva** (o controllata) – È quella che utilizza il controllo e l'analisi dei parametri fisici per stabilire l'esigenza o meno di interventi; consente di intervenire orientando la manutenzione solo sui componenti che ne hanno effettivamente bisogno. Questo tipo di manutenzione richiede il monitoraggio continuo o periodico, attraverso sensori o misure di variabili fisiche quali: corrente, tensione, temperatura, vibrazioni, stati, ore di funzionamento, ecc. ed il loro confronto con i valori di riferimento

Gli interventi di manutenzione si possono distinguere in tre e più esattamente:

- Manutenzione ordinaria;
- Manutenzione straordinaria;
- Manutenzione predittiva

a. *Manutenzione ordinaria*

La manutenzione ordinaria comprende i lavori finalizzati a:

- Contenere il degrado normale d'uso;
- Far fronte ad eventi accidentali che comportino la necessità di primi interventi che comunque non modifichino la struttura essenziale dell'impianto e la sua destinazione d'uso.

Per gli interventi di manutenzione ordinaria:

- Non c'è obbligo di progettazione;
- Bisogna ricorrere a personale tecnicamente qualificato, ma non necessariamente abilitato ai sensi del Decreto n° 37 del 22.01.2008;
- Non c'è bisogno di rilasciare la dichiarazione di conformità

b. *Manutenzione straordinaria*

La manutenzione straordinaria riguarda gli interventi con rinnovo o sostituzione di parti di impianto che:

- Non ne modifichino in modo sostanziale le prestazioni;
- Non modifichino la destinazione d'uso dell'impianto;
- Siano destinati a riportare l'impianto in condizioni ordinarie d'esercizio;
- Richiedano in genere l'uso di strumenti o attrezzi particolari, di uso non corrente;
- Gli interventi che non possono essere ricondotti a:
  - manutenzione ordinaria;
  - trasformazione;
  - ampliamento;
  - nuovo impianto.
- Per gli interventi di manutenzione straordinaria:
  - Si deve ricorrere ad imprese installatrici abilitate ai sensi del Decreto n° 37 del 22.01.2008; in alternativa la manutenzione straordinaria può essere svolta dall'ufficio tecnico interno di imprese non installatrici, che abbiano un responsabile dei lavori sugli impianti elettrici con requisiti tecnico-professionali di cui al Decreto n° 37 del 22.01.2008
  - Non c'è obbligo di progettazione;
  - L'impresa installatrice deve rilasciare la dichiarazione di conformità secondo Legge 186 del 01.03.1968.

L'esecutore dei lavori di manutenzione dovrà comunicare con i nominativi delle persone che utilizzerà per la manutenzione, indicando per ciascuno la qualifica in base alla Normativa CEI EN 50110-1 Artt. 3.2.3, 3.2.4, 3.2.5 (PES persona esperta, PAV persona avvertita, PEC persona comune).

Inoltre dovranno essere disponibili mezzi attrezzati per lavoro come furgoni, autocarri con cestello, ecc.

### 19.3.2 Tipi di manutenzione

#### a. *Generalità*

Il manuale si riferisce alla manutenzione delle parti più importanti del bene ed in particolare degli impianti tecnologici. Esso fornisce, in relazione alle diverse unità tecnologiche, alle caratteristiche dei materiali o dei componenti interessati, le indicazioni generali necessarie per la corretta manutenzione, nonché per il ricorso ai centri di assistenza o di servizio.

I dettagli sugli interventi di manutenzione, prove e messa in servizio potranno essere forniti solo dal costruttore delle apparecchiature o sistemi a mezzo dei manuali ad uso manutenzione.

Come livello minimo delle prestazioni è da prevedere una manutenzione con personale specializzato, che potrebbe essere di un'impresa esterna alla concessionaria.

Detto personale dovrà essere munito di tutta l'attrezzatura necessaria per l'accurata esecuzione dei controlli ed il tempestivo intervento anche fuori dal normale orario di lavoro.

Per l'intervento di manutenzione è necessaria la disponibilità di una squadra composta da minimo due elettricisti che sotto la vigilanza di un assistente dell'ufficio manutenzione impianti esegua le manovre previste per la manutenzione ordinaria.

#### b. *Quadri B.T.*

- Controllo visivo

Con **cadenza annuale**, è necessario procedere ai seguenti controlli dei Quadri B.T. e più precisamente:

- Controllo visivo esterno per verificare l'integrità del contenitore;
- Ove accessibili, eseguire controllo visivo delle condutture di alimentazione e verificare eventuali bruciature

- Quadro

- Pulizia interna ed esterna con appositi solventi
- Controllo dello stato di conservazione delle strutture di protezione contro i contatti diretti (schermi metallici, plexiglass, ecc)
- Controllo del serraggio dei bulloni e pulizia delle connessioni
- Verifica della continuità dei conduttori di messa a terra delle strutture meccaniche e delle apparecchiature installate
- Sostituzione di morsetti e conduttori deteriorati

- Verifica dell'efficienza dei dispositivi di blocco (serrature di sicurezza, fine corsa, ecc.) che impediscono l'accesso alle parti in tensione
- Verifica dell'efficienza delle resistenze anticondensa e dei termostati
- Verifica del serraggio delle connessioni di potenza alla morsettiera di linea
- Verifica dei contatti principali fissi (sul Quadro) dell'interruttore estraibile (ove presente) eliminando con tela smeriglio fine eventuali ossidazioni e perlature proteggendolo con leggero strado di vaselina neutra
- Controllo ed eventuale sostituzione delle guarnizioni delle porte del contenitore
- Componenti di potenza
  - Pulizia dei componenti con soffiatura di aria secca a bassa pressione con uso di stracci puliti e asciutti
  - Smontaggio camere d'interruzione (ove presenti), pulizia e verifica integrità, rimontaggio nelle loro sedi con riferimento al manuale del costruttore
  - Controllo dell'usura dei contatti fissi, avendo cura di eliminare ossidazioni, bruciature o perlature usando tela smeriglio fine ed antiossidante; in caso di bruciature o perlature prossime ad uno stato di usura del 50% è consigliata la sostituzione dei contatti fissi e mobili
  - Verifica dell'integrità e fissaggio dei setti di separazione tra le fasi
  - Verifica dell'efficienza della bobina ed il suo intervento e verifica dell'assenza di segni di surriscaldamento
  - Controllo dello stato di conservazione dei conduttori elettrici
  - Esecuzione del serraggio dei morsetti delle varie apparecchiature
  - Esecuzione di qualche manovra e verifica con tester dell'effettivo stato dei circuiti di potenza (aperto/chiuso) e delle bobina (eccitata/ diseccitata)
- Verifica protezioni
  - Controllo visivo del buono stato di conservazione delle protezioni (fusibili, relè, interruttori)
  - Verifica idoneità dei fusibili con caratteristiche di progetto
  - Verifica taratura delle protezioni con lo schema as-built
  - Verifica intervento protezioni di tipo indiretto per massima corrente e guasti a terra con appositi strumenti

- Verifica di funzionamento del sistema di richiusura automatica per guasti di terra
- Verifica della chiusura dei circuiti amperometrici prima della messa in tensione
- Verifica ausiliari
  - Controllo serraggio dei collegamenti elettrici dei circuiti ausiliari
  - Controllo integrità, funzionalità ed efficienza dei commutatori, pulsanti, lampade, ecc. verificando che vengano abilitati i circuiti previsti da schema
  - Controllo integrità e funzionalità degli strumenti di misura agendo sui commutatori di tensione per voltmetri e sulla variazione di carico per gli amperometri
  - Verifica dell'efficienza delle apparecchiature ausiliarie alimentandole, ove è possibile, o effettuare la verifica con il tester
- Verifica degli elementi di Telecontrollo

Ogni 6 mesi dovranno essere effettuati i seguenti interventi di manutenzione ordinaria:

  - Controllo visuale, pulizia dell'armadio
  - Verifica del modulo "LIT" di governo dei parametri elettrici
  - Controllo allarmi mediante simulazione

Per tali sistemi è necessario fare riferimento ai manuali di istruzione e manutenzione forniti dal costruttore dei singoli dispositivi.

### 19.3.3 Impianti di illuminazione esterna

#### a. Generalità

Il programma di manutenzione prevede un sistema di controlli e di interventi da eseguire, a cadenze temporali o altrimenti prefissate, al fine di una corretta gestione del bene e delle sue parti nel corso degli anni.

Le prestazioni attese dall'impianto di illuminazione sono quelle relative al mantenimento dell'illuminazione entro i valori di norma.

I controlli da eseguire durante l'esercizio dell'impianto sono quelli necessari a verificare che il valore di illuminazione di progetto sia stato raggiunto e si mantenga inalterato nel tempo.

La manutenzione degli impianti di illuminazione esterna, in particolare stradale, comprende i seguenti interventi:

- Manutenzione ordinaria e ricambio programmato delle lampade
- Ricambio saltuario delle sorgenti luminose a led
- Pulizia degli apparecchi illuminanti

→ Controllo dello stato di conservazione dell'impianto

→ Riparazione di guasti

*b. Manutenzione ordinaria e ricambio programmato delle sorgenti luminose a tecnologia Led*

Il ricambio programmato delle lampade consiste nella sostituzione delle lampade di un'intera parte di impianto, dopo un numero di ore di funzionamento prefissato non è più previsto se non dopo 12 anni.

Le operazioni di manutenzione ordinaria sono le seguenti:

- Verifica dispositivo di fissaggio con corpi illuminanti. Tale verifica è consigliabile effettuarla ogni 12 mesi
- Cambio sorgenti luminose a Led ogni 50.000 h di funzionamento per apparecchi illuminanti alimentati da Quadri Elettrici
- Controllo dello stato condensatore per consentire di avere un fattore di potenza dell'ordine minimo dello 0,950
- Controllo dello stato delle protezioni da sovratensioni (ogni anno)
- Controllo stato del fusibile
- Verifica diurna e notturna, con cadenza semestrale per controllo del regolatore di tensione di tutti gli apparecchi illuminanti installati al fine di sincerarsi dell'economicità dell'impianto
- Prova di sgancio, con cadenza semestrale, degli interruttori magnetotermici e differenziali a protezione dei vari circuiti
- Verifica diurna e notturna, con cadenza semestrale, per controllo del regolatore di funzionamento di tutti gli apparecchi illuminanti

19.3.4 Ricambio saltuario

Consiste nella sostituzione delle sorgenti luminose a tecnologia Led che, tra un ricambio programmato ed il successivo si sono guastate o che, comunque si sono rivelate difettose.

19.3.5 Pulizia degli apparecchi illuminanti

La pulizia riguarda le parti ottiche degli apparecchi (riflettori, diffusori, parti vetrate, ecc.) ed è eseguita ad intervalli periodici, in genere contestuali al ricambio a programma; deve però essere eseguita anche in occasione dei ricambi saltuari. Per la pulizia si devono impiegare materiali che, in nessun modo, alterino o rovinino le parti ottiche.

### 19.3.6 Controllo dello stato di conservazione dell'impianto

In occasione di ogni accesso all'impianto (ricambio a programma, saltuario, pulizia, riparazione guasti, ecc.) si deve eseguire effettuando, con le attrezzature disponibili sul luogo di lavoro, i piccoli interventi che si rendessero necessari e quelli tesi ad eliminare eventuali situazioni di pericolo grave ed imminente.

Tra le anomalie riscontrabili dall'esame a vista si evidenziano le seguenti:

- Sostegni in precarie condizioni di stabilità, a causa di urti, incidenti, ecc.
- Apparecchi illuminanti rotti, con parti mancanti, fissati in modo precario al sostegno o, comunque difettosi
- Numerazione dell'apparecchio assente o illeggibile
- Cavi danneggiati
- Collegamenti di terra deteriorati

### 19.3.7 Riparazione guasti

Le linee che alimentano i centri luminosi sono in B.T. 400/230V 50Hz e possono essere oggetto di guasti di vario genere, che si riflettono sul funzionamento dell'impianto.

La casistica dei guasti e i relativi interventi da effettuare è molto vasta e non può essere trattata nel presente documento. Diamo pertanto solo alcune precisazioni di carattere generale sugli interventi:

- Gli interventi devono essere sempre eseguiti applicando le relative misure di sicurezza; in particolare, gli interventi su elementi in tensione ricadono nella normativa dei "lavori elettrici"
- Gli interventi immediati di rimessa in servizio degli impianti di illuminazione in presenza di guasto devono essere sempre valutati con attenzione e considerati provvisori, provvedendo successivamente, ma con tempestività, ad effettuare la riparazione definitiva
- In tutti i casi in cui non è stato individuato con certezza il guasto, si deve tenere sotto controllo l'impianto nei giorni successivi

### 19.3.8 Anomalie funzionali

Le anomalie riscontrabili possono essere:

- La mancata accensione dei vari circuiti al difettoso funzionamento della fotocellula o allo sgancio dell'interruttore dei circuiti principali o ausiliari
- La mancata accensione di un circuito di illuminazione dovuta all'apertura dell'interruttore magnetotermici e differenziali o al mal funzionamento del contattore di potenza
- Mancanza di alimentazione da parte dell'ente fornitore

#### **19.4 – Personale abilitato alla manutenzione dell'opera**

La manutenzione degli impianti oggetto dell'appalto dovrà essere effettuata solo da ditta con idonee caratteristiche per operare su impianti elettrici con certificazione di abilitazione della Camera di Commercio secondo Decreto n° 37 del 22.01.2008.

Il personale che dovrà operare dovrà essere erudito sul pericolo derivante da elettrocuzione ed equipaggiato di tutti i dispositivi di protezione individuale ed identificati dalla ditta nel piano della sicurezza (D.P.R. 626/94), dovranno essere adottate tutte le misure di segnalazione di cantiere, come descritto nel Nuovo Codice della Strada e utilizzare automezzi, regolarmente revisionati secondo Norme e Leggi vigenti.

Ai sensi della norma CEI 11-27/1 i manutentori elettrici devono essere formati adeguatamente prima di accingersi ad eseguire lavori su impianti o apparecchiature elettriche, pertanto ogni operatore che si accingerà ad operare sugli impianti dovrà possedere il riconoscimento di Persona Esperta (PES) allo svolgimento di lavori elettrici fuori tensione ed in prossimità (in AT e BT) e sotto-tensione (in BT) nonché l'attestazione della "idoneità a svolgere lavori sotto tensione su impianti a bassa tensione".

**19.5 – Programma di manutenzione dell'opera**

La manutenzione dell'impianto dovrà essere eseguite secondo il seguente programma:

	<b>Interventi da eseguirsi</b>	<b>Ogni 6 mesi</b>	<b>Ogni 1 anno</b>	<b>Ogni 2 anni</b>	<b>Ogni 3 anni</b>	<b>Ogni 10 anni</b>
1	Verifica dell'efficienza semestrale dell'impianto di illuminazione	<input checked="" type="checkbox"/>				
2	Verifica dell'efficienza degli interruttori differenziali e protezione da contatti indiretti del Quadro Elettrico		<input checked="" type="checkbox"/>			
3	Serraggio di tutti i bulloni e viterie del Quadro Elettrico		<input checked="" type="checkbox"/>			
4	Verifica della resistenza di terra ai morsetti del Quadro Elettrico e delle condizioni delle strutture			<input checked="" type="checkbox"/>		
5	Verifica delle condizioni delle giunte nei vari pozzetti			<input checked="" type="checkbox"/>		
6	Ricambio parziale delle sorgenti a led esaurite o a fine vita		<input checked="" type="checkbox"/>			
7	Ricambio parziale degli ausiliari elettrici guasti degli apparecchi illuminanti		<input checked="" type="checkbox"/>			
8	Ricambio programmato delle sorgenti luminose esaurite o a fine vita					<input checked="" type="checkbox"/>
9	Ricambio programmato degli ausiliari elettrici degli apparecchi illuminanti					<input checked="" type="checkbox"/>
10	Ricambio lampade degli apparecchi a pavimento a ioduri metallici				<input checked="" type="checkbox"/>	
11	Verifica dell'efficienza degli apparecchi illuminanti a tecnologia Led		<input checked="" type="checkbox"/>			
12	Verifica del corretto funzionamento del regolatore all'interno di ogni apparecchio		<input checked="" type="checkbox"/>			

**19.6 – Costi di manutenzione riferiti ai primi 10 anni di funzionamento**

Al fine di mantenere in efficienza l'impianto elettrico e di illuminazione in gestione sarà necessario considerare i seguenti costi:

	<i>Interventi da eseguirsi</i>	<b>Costo annuo</b>
<b>1°</b>	<b>anno di esercizio:</b> Dovuto alla verifica mensile della funzionalità dell'impianto, della verifica annuale al quadro elettrico (prodotti in garanzia)	€ 150,00
<b>2°</b>	<b>anno di esercizio:</b> Dovuto alla verifica mensile della funzionalità dell'impianto, della verifica annuale al quadro elettrico (prodotti in garanzia) e ricambio occasionale di sorgenti luminose in disservizio ed ausiliari elettrici dell'apparecchio illuminante	€ 300,00
<b>3°</b>	<b>anno di esercizio:</b> Dovuto alla verifica della funzionalità dell'impianto, sostituzione di alcune sorgenti luminose ed ausiliari elettrici, della verifica annuale al quadro elettrico e relativa pulizia, eventuale pulizia delle ottiche degli apparecchi illuminanti, verifica della bontà delle giunte nei pozzetti. Si dovrà provvedere alla manutenzione programmata delle lampade a ioduri metallici e fluorescenti	€ 1.200,00
<b>4°</b>	<b>anno di esercizio:</b> Dovuto alla verifica della funzionalità dell'impianto, sostituzione di alcune sorgenti luminose ed ausiliari elettrici, della verifica annuale al quadro elettrico e relativa pulizia, eventuale pulizia delle ottiche degli apparecchi illuminanti	€ 1.200,00
<b>5°</b>	<b>anno di esercizio:</b> Dovuto alla verifica della funzionalità dell'impianto, sostituzione di sorgenti luminose ed ausiliari elettrici, della verifica annuale al quadro elettrico e relativa pulizia, eventuale pulizia delle ottiche degli apparecchi illuminanti, verifica della bontà delle giunte nei pozzetti, sostituzione di parte degli ausiliari elettrici che risultano danneggiati e dei condensatori di rifasamento	€ 1.500,00

	<i>Interventi da eseguirsi</i>	<b>Costo annuo</b>
6°	<p><b>anno di esercizio:</b></p> <p>Dovuto alla verifica della funzionalità dell'impianto, sostituzione programmata delle lampade a ioduri metallici ed ausiliari elettrici, della verifica annuale al quadro elettrico e relativa pulizia, eventuale pulizia delle ottiche degli apparecchi illuminanti, verifica della bontà delle giunte nei pozzetti</p>	€ 2.300,00
7°	<p><b>anno di esercizio:</b></p> <p>Dovuto alla verifica mensile della funzionalità dell'impianto, sostituzione di alcune sorgenti luminose ed ausiliari elettrici, della verifica annuale al quadro elettrico e relativa pulizia, eventuale pulizia e verifica</p>	€ 1.200,00
8°	<p><b>anno di esercizio:</b></p> <p>Dovuto alla verifica mensile della funzionalità dell'impianto, sostituzione di alcune sorgenti luminose ed ausiliari elettrici, della verifica annuale al quadro elettrico e relativa pulizia, eventuale pulizia delle ottiche degli apparecchi illuminanti, verifica della bontà delle giunte nei pozzetti</p>	€ 1.400,00
9°	<p><b>anno di esercizio:</b></p> <p>Dovuto alla verifica mensile della funzionalità dell'impianto, sostituzione di alcune sorgenti luminose ed ausiliari elettrici, della verifica annuale al quadro elettrico e relativa pulizia, eventuale pulizia delle ottiche degli apparecchi illuminanti</p>	€ 1.400,00
10°	<p><b>anno di esercizio:</b></p> <p>Dovuto alla verifica mensile della funzionalità dell'impianto, sostituzione di alcune sorgenti luminose ed ausiliari elettrici, della verifica annuale al quadro elettrico e relativa pulizia, eventuale pulizia delle ottiche degli apparecchi illuminanti, verifica della bontà delle giunte nei pozzetti, sostituzione di parte degli ausiliari elettrici che risultano danneggiati e dei condensatori di rifasamento</p>	€ 3.000,00

## **20 – GARANZIA DEGLI IMPIANTI**

La ditta aggiudicataria ha l'obbligo di garantire per **24 mesi** tutte le opere realizzate sia per la qualità dei materiali, sia per il montaggio, sia per il regolare funzionamento, a partire dalla data del certificato di collaudo definitivo.

Pertanto fino al termine di tale periodo, la ditta aggiudicataria dovrà riparare a sua cura e spese, nessuna esclusa, tutti i guasti e le imperfezioni che si dovessero verificare per effetto della non buona qualità dei materiali e per il difetto di montaggio o funzionamento e comunque per cause attribuibili ad essa.

La garanzia degli impianti, non può essere riversata sulle ditte fornitrici dei materiali o delle apparecchiature sulle quali, eventualmente, la ditta aggiudicataria si potrà rivalere.

 Il Progettista