

# COMUNE DI CONDINO



# P.R.I.C. PIANO REGOLATORE ILLUMINAZIONE COMUNALE

REVISIONI					
				FILE:	REDATTO:
DATA:	agosto 2014	OGGETTO:			NOTE:
FILE:	---				DOCUMENTO:
REDATTO:	Girardi per.ind. Mirko				
VISTO:	Girardi per.ind. Mirko				PRE.1.01



## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
<b>2. STRUTTURA DEL PRIC .....</b>	<b>5</b>
<b>3. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI.....</b>	<b>5</b>
<b>4. TERMINI E DEFINIZIONI .....</b>	<b>6</b>
<b>5. PARTI DEL PIANO .....</b>	<b>15</b>
5.1.    Rilievo.....	15
5.2.    Analisi e Piano.....	15
<b>6. LINEE GENERALI.....</b>	<b>17</b>
6.1.    Premessa .....	17
6.2.    Motivazioni.....	17
6.3.    Beneficiari.....	18
6.4.    Vantaggi economici .....	18
6.5.    Riferimenti normativi.....	18
6.5.1.    Leggi.....	18
6.5.2.    Norme e raccomandazioni .....	19
6.6.    Obbligo di progetto e dichiarazione di conformità .....	20
6.7.    Compito dei Comuni.....	20
6.8.    Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione.....	21
6.9.    Prestazione energetica degli impianti di illuminazione .....	23
<b>7. RILIEVO DEGLI IMPIANTI ESISTENTI.....</b>	<b>27</b>
7.1.    Rilievo topografico .....	27
7.2.    Rilievo illuminotecnico .....	30
7.3.    Rilievo elettrotecnico .....	30
7.4.    Rilievo meccanico e strutturale .....	31
7.5.    Tipologie apparecchi di illuminazione.....	31
7.6.    Lampade.....	32
7.7.    Impianto di proprietà comunale .....	32
7.8.    Abbagliamenti molesti, illuminazione intrusiva e inquinamenti luminosi .....	32
7.9.    Sistema di distribuzione dell'energia .....	32
7.10.    Considerazioni sullo stato di fatto.....	32
<b>8. ANALISI E PIANO.....</b>	<b>33</b>
8.1.    Individuazione aree omogenee .....	33
8.2.    Strade a traffico motorizzato .....	34

8.3.	Classificazione delle vie .....	34
8.4.	Individuazione aree omogenee .....	35
8.5.	Analisi illuminotecniche .....	36
8.6.	Analisi elettrotecniche .....	37
8.7.	Analisi meccanica.....	38
8.8.	Conclusioni dell'analisi .....	38
8.9.	Intervento di adeguamento.....	38
8.10.	Scelte progettuali.....	39
8.10.1.	Intervento di adeguamento.....	39
8.10.2.	Classi di protezione e classi di isolamento.....	41
8.10.3.	Caratteristiche delle fonti luminose .....	42
8.10.4.	Vantaggi economici .....	44
8.10.5.	Sostegni.....	45
8.10.6.	Corpi illuminanti.....	46
8.10.7.	Protezione degli impianti .....	46
8.10.8.	Posa delle linee elettriche .....	47
8.10.9.	Derivazioni.....	47
8.10.10.	Gestione degli impianti .....	48
8.10.11.	Ottimizzazione dei contratti di fornitura .....	51
8.11.	Norme di attuazione del piano.....	52
8.11.1.	Caratteristiche tecniche minime apparecchi di illuminazione .....	53
8.11.2.	Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione .....	56
8.11.3.	Prestazione energetica dell'impianto.....	56
8.11.4.	Aree illuminotecniche di Piano .....	57
8.11.5.	Individuazione degli interventi di adeguamento .....	63
8.11.6.	Piano programmatico degli interventi .....	65

## 1. PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Condino intende ottemperare alle nuove disposizioni legislative introdotte con la Legge Provinciale n.16 di data 3 ottobre 2007, afferenti il "risparmio energetico e la riduzione dell'inquinamento luminoso", nell'ambito tecnologico degli impianti di illuminazione esterna.

Allo scopo su preciso mandato del Consorzio BIM del Chiese ha incaricato lo scrivente professionista della predisposizione del P.R.I.C., ovvero del Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale, secondo le Norme contenute nel Piano Provinciale di Intervento, Allegato I, giusto il Regolamento di Attuazione, Allegato II della sopracitata Legge Provinciale 16/2007.

La Relazione Tecnica di cui nel seguito costituisce parte integrante dei documenti progettuali relativi al Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale del Comune di Condino ai quali si deve fare riferimento per quanto non espressamente rappresentato nel presente elaborato. Scopo del documento è quello di rilevare la natura e la consistenza degli impianti tecnologici di illuminazione esterna in servizio nel Comune di Condino, al fine di analizzare le caratteristiche elettrotecniche ed illuminotecniche del loro stato di fatto, in raffronto ai requisiti di conformità previsti dal Piano Provinciale, ovvero per stabilire idonei e tempestivi interventi di adeguamento.

Le Norme di attuazione del Piano di cui alla presente Relazione integrano di fatto le Norme del Piano Regolatore Comunale di Condino, ed allo scopo, sono definite in armonia con gli attuali contenuti del summenzionato strumento urbanistico Comunale. Tali provvedimenti saranno riassunti nell'Elaborato di sintesi" del P.R.I.C., entro il quale saranno esperite le valutazioni economiche afferenti le previsioni progettuali di adeguamento, che saranno trasmesse agli organi Provinciali preposti al finanziamento degli interventi a favore dei Comuni che riqualificano i propri impianti di illuminazione esterna.

L'esame dell'illuminazione esterna sarà limitato agli impianti di proprietà Comunale in quanto, di fatto, vi è un oggettivo reale impedimento alla possibilità di intervenire con indagini appropriate sugli impianti di illuminazione esterna di tipo privato, come per contro previsto dalla Legge Provinciale 16/2007. La valutazione degli impianti di tipo privato si limita pertanto alla valutazione degli aspetti illuminotecnici generali verificabili da suolo pubblico, con lo scopo per evidenziare eventuali situazioni di particolare interesse nei confronti della sicurezza delle persone e dei beni, nonché per gli aspetti afferenti l'inquinamento luminoso.

## 2. STRUTTURA DEL PRIC

Il P.R.I.C. in esame, sarà articolato in due Sezioni, delle quali la prima si riferisce alle operazioni di Rilievo dello stato di fatto degli impianti mentre la seconda si riferisce all'Analisi dei dati rinvenuti sul luogo e all'elaborazione del Piano di Intervento con le relative Norme di attuazione. Ciascuna Sezione è descritta all'interno della presente relazione

## 3. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

Per l'elaborazione del P.R.I.C. ci si è riferiti alla Legge n.16 del 3 ottobre 2007, ed ai relativi Allegato I, "Piano Provinciale di intervento per la prevenzione e riduzione dell'inquinamento luminoso", e Allegato II "Regolamento di attuazione della sopracitata Legge Provinciale. Gli scopi ai quali questa Legge è finalizzata spaziano dalla salvaguardia del cielo buio e dell'ambiente, al risparmio energetico inteso nel senso più generale del termine, per ottenere una migliore efficienza degli impianti di illuminazione esterna e una conseguente riduzione dei consumi energetici. I contenuti del documento trovano preciso riferimento nei disposti di cui al Capo X dell'Allegato I "Piano Provinciale".

Per le valutazioni di natura elettrotecnica ci si è riferiti al Capo V del DPR 380/01 "Testo unico sull'edilizia" ed il successivo regolamento d'attuazione D.M. 37 di data 22 gennaio 2008, i quali hanno ripreso la disciplina innovativa ed articolata che avevano introdotto la Legge 46/90 e relativo DPR 447/91 per il settore impiantistico elettrotecnico. Lo scopo fondamentale di questa Legge è assicurare a tutti i cittadini la sicurezza contro i possibili pericoli derivanti dall'utilizzo degli impianti elettrotecnicci, e creare una coscienza comune in merito alla realizzazione e l'utilizzo degli impianti tecnologici, che sono sempre più articolati e complessi.

Tuttavia per non incorrere in errori di anacronismo tecnico le condizioni di sicurezza alle quali la sopracitata legge è finalizzata, devono essere esaminate alla luce dell'attuale normativa emanata dal CEI per la quale sussiste il riconoscimento di regola d'arte in base alla legge 1 marzo 1968 n° 186 : due soli articoli - cinque righe - per dire che tutti gli impianti elettrici devono essere costruiti a regola d'arte e che regola d'arte sono le norme CEI.

Per quanto riguarda invece gli aspetti illuminotecnici, oltre alle regole tecniche contenute nel sopracitato Piano Provinciale, Allegato I alla L.P. 16/2007, si è fatto espresso riferimento alle Norme UNI EN 13201 "Illuminazione stradale" oltreché ai disposti del Codice della Strada.

Si riporta di seguito un elenco con alcune delle Norme tecniche osservate durante l'elaborazione del P.R.I.C., fermo restando che ogni altra non espressamente menzionata è da ritenersi naturalmente cogente al caso di specie.

Norme UNI EN 13201 afferenti l'illuminazione stradale;

Norme CEI UNI 11248 per la selezione delle categorie illuminotecniche stradali

Norme CEI 64-8 VI Edizione del gennaio 2007 relative agli impianti elettrici in ambienti ordinari fino a 1000V;

Direttive C.I.E. Comitato Illuminotecnico Europeo, relativamente all'illuminazione esterna;

Norme CEI 81-10 in merito alla protezione di terra e dalle scariche atmosferiche

#### **4. TERMINI E DEFINIZIONI**

Appare opportuno al sotto firmato professionista, al fine di una migliore comprensione degli argomenti nel seguito trattati, fornire al lettore una breve illustrazione dei termini tecnici utilizzati nel documento, con una sintetica descrizione delle grandezze fisiche e delle caratteristiche illuminotecniche alle quali ci si riferisce per esprimere le valutazioni.

##### **INQUINAMENTO LUMINOSO**

Termine che indica il complesso di tutti gli effetti avversi dell'illuminazione artificiale. Comprende in particolare ogni alterazione dei livelli di illuminazione naturale ed ogni forma di irradiazione di luce artificiale (nelle sue componenti sia dirette che riflesse) che si disperda al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata, in particolar modo se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte ossia, oltre il piano orizzontale degli apparecchi illuminati.

##### **AREE DA ILLUMINARE**

Definite dalle pubblicazioni della Commissione Internationale de l'Eclairage (CIE), dalle norme di sicurezza e dall'analisi dei rischi in relazione ai compiti visivi tipici del traffico veicolare (luminanze, illuminamenti orizzontali) o del traffico pedonale (illuminamenti orizzontali, verticali, semicilindrici, ecc)

##### **AREA EFFICACE (Aeff)**

E' la somma delle superfici delle aree da illuminare in relazione ai compiti visivi considerati.

##### **SUPERFICIE LIMITE DEL MODELLO**

Superficie quadrata, di dimensioni 200x200 m, centrata sull'impianto di illuminazione esterna e posta al livello del terreno nella quale viene inserito il modello di analisi.

##### **ILLUMINAMENTO EFFICACE**

Flusso luminoso che investe la superficie destinata al compito visivo considerato.

##### **SUPERFICIE DI RIFERIMENTO**

Superficie quadrata, di dimensioni 500x500 m, centrata sull'impianto di illuminazione esterna e posta orizzontalmente a 20 metri di altezza.

### ILLUMINAMENTO DISPERSO (O MOLESTO) (Emdis)

Flusso luminoso non destinato al compito visivo che investe la superficie di riferimento, determinato dai contributi orizzontali verso l'alto e verticali lungo le 4 direzioni principali (Nord, Est, Sud, Ovest).

### INDICE DI ILLUMINAMENTO DISPERSO (O MOLESTO) (KILL)

Rapporto tra il prodotto dell'illuminamento disperso per la superficie di riferimento ed il prodotto dell'illuminamento efficace per la superficie dell'area efficace.

### COEFFICIENTE DI EFFICIENZA ENERGETICA (NORMALIZZATO a 100 lux) ( $\eta$ ) ESPRESSO IN (kWhanno/m<sup>2</sup>)

Rapporto tra energia consumata annualmente dall'impianto per produrre 100 lux di illuminamento sull'area efficace durante il periodo di funzionamento di progetto, tenuto conto delle eventuali regolazioni (intensità luminosa ed energia) nel tempo, ed area efficace.

### PIANO REGOLATORE DI ILLUMINAZIONE COMUNALE O SOVRACOMUNALE (P.R.I.C.)

Corrisponde al piano comunale di intervento per la riduzione dell'inquinamento luminoso di cui alla L.P. 16/2007 e viene definitivo come piano redatto dalle Amministrazioni comunali, anche in modo coordinato tra loro, tramite progettisti qualificati, per il censimento della consistenza e dello stato di manutenzione degli impianti di illuminazione esterna e delle relative infrastrutture insistenti sul territorio amministrativo di competenza, che disciplina le nuove installazioni, nonché i tempi e le modalità di adeguamento o di sostituzione di quelle esistenti.

### AREA ILLUMINOTECNICA OMOGENEA

Area elementare definita nel P.R.I.C., coincidente o compresa in una zona del P.R.G. comunale, in cui l'impianto di illuminazione è caratterizzato da una tipologia unica (o largamente prevalente) di corpo illuminante, di lampada, di destinazione d'uso ed eventualmente di altre caratteristiche giudicate rilevanti al fine dell'identificazione univoca dell'area stessa da parte del redattore del P.R.I.C.

### OSSERVATORIO/SITO ASTRONOMICO ED ASTROFISICO

Costruzione e/o luogo adibito in maniera specifica all'osservazione astronomica a fini scientifici e/o divulgativi, con strumentazione dedicata all'osservazione notturna. Vengono distinti in osservatori di rilevanza nazionale e in osservatori/siti di rilevanza provinciale.

### FASCIA DI RISPETTO (O ZONE DI RISPETTO)

Area circoscritta all'osservatorio/sito la cui estensione è determinata dalla categoria dell'osservatorio medesimo.

## AREE NATURALI PROTETTE

Ambiti territoriali ad elevato valore ambientale oggetto di misure di protezione a valenza nazionale, provinciale o locale.

## IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

Impianti dedicati all'illuminazione di aree esterne, pubbliche o private (ad esempio strade, marciapiedi, piazzali, parcheggi, parchi e giardini, campi sportivi ecc.) anche se coperte purché non interamente chiuse (ad esempio portici, gallerie, sottopassi, ecc.), oppure dedicati all'illuminazione di insegne e/o edifici (monumenti, capannoni, ecc.).

## ADEGUAMENTO O RIFACIMENTO DI IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA ESISTENTE

Intervento effettuato su un impianto di illuminazione esterna esistente che comporti almeno una delle seguenti fattispecie:

- a) sostituzione o adattamento dei corpi illuminanti o delle ottiche dei corpi illuminanti;
- b) inserimento di regolatori di flusso luminoso o di sistemi elettronici di controllo dell'accensione e spegnimento dell'impianto;
- c) modifica della posizione dei corpi illuminanti;
- d) ampliamento dell'impianto esistente mediante aggiunta di nuovi punti luce.

## ZONE

<b>Id_Z</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Dettaglio</b>
A	Centro Storico	parti del territorio comunale interessate da edifici e tessuto edilizio di interesse storico, architettonico o monumentale
B	Completamento: Residenziale Cittadino	residenziale, parti del territorio comunale interessate dalla presenza totale o parziale di edificazione in cui la superficie coperta degli edifici esistenti non sia inferiore al 12,5% (un ottavo) della superficie fondiaria della zona e nelle quali la densità territoriale sia superiore ad $1,5 \text{ m}^3/\text{m}^2$
C	Espansione: Residenziale sparso	parti del territorio comunale parzialmente edificate dove non è verificata almeno una delle due condizioni della zona B; sono interessate da previsioni di espansione dell'aggregato urbano
D	Produttiva	parti del territorio comunale destinate all'insediamento di attività produttive
E	Agricola	uso del soprasuolo per fini agricoli, parti del territorio comunale destinate all'attività agricola
F	Infrastrutture Pubbliche	infrastrutture ed impianti di interesse pubblico, parti del territorio comunale destinate ad impianti ed attrezzature di interesse generale
G	Aree di rispetto	fasce cosiddette di "rispetto" dove vige il vincolo di inedificabilità: viabilità in genere

<b>Id_Z</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Dettaglio</b>
H	Salvaguardia Ambientale	aree di salvaguardia ambientale, paesaggistica, paesistica e naturalistica (parchi e zone verdi)
I	Istruzione	area di istruzione: scuole

#### TIPO DI STRADA

<b>Id_G</b>	<b>Descrizione</b>
A1	Autostrade urbane ed extraurbane
A2	Strade di servizio ad Autostrade urbane/extraurbane
AL	Altro non catalogato
B	Strade extraurbane principali e strade di servizio
C	Strade extraurbane secondarie
D	Strade urbane di scorimento veloce
E	Strade urbane
F	Strade locali
FA	Facciate, Monumenti, Elementi verticali in genere
IS	Impianti Sportivi
PC	Piste ciclabili
PK	Parcheggi
PR	Parchi pedonali
PZ	Piazze (zone solo pedonali)

#### CATEGORIA ILLUMINOTECNICA

<b>Id_I</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Lm</b>	<b>Em</b>	<b>Emin</b>	<b>Uo</b>	<b>UI</b>	<b>TI</b>	<b>SR</b>
AL	Altro							
CEO	Traffico misto con ciclabile + attività particolari	50,00		0,40				
CE1	Traffico misto con ciclabile (alto rischio)	30,00		0,40				
CE2	Traffico misto con ciclabile in zone principali	20,00		0,40				
CE3	Traffico misto con ciclabile in zone secondarie	15,00		0,40				
CE4	Traffico misto con ciclabile in zone di quartiere	10,00		0,40				
CE5	Traffico misto con ciclabile in zone locali	7,50		0,40				
FA	Facciate, Monumenti, Elementi Verticali	0,80						
ME1	Traffico solo veicolare - autostrade	2,00	30,00		0,40	0,70	10,00	0,50
ME2	Traffico solo veicolare - strade di scorimento	1,50	22,50		0,40	0,70	10,00	0,50
ME3a	Traffico misto - strade principali (1)	1,00	15,00		0,40	0,70	15,00	0,50
ME3b	Traffico misto - strade principali (2)	1,00	15,00		0,40	0,60	15,00	0,50

<b>Id_I</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Lm</b>	<b>Em</b>	<b>Emin</b>	<b>Uo</b>	<b>UI</b>	<b>TI</b>	<b>SR</b>
ME3c	Traffico misto - strade principali (3)	1,00	15,00		0,40	0,50	15,00	0,50
ME4a	Traffico misto - strade secondarie (1)	0,75	11,25		0,40	0,60	15,00	0,50
ME4b	Traffico misto - strade secondarie (2)	0,75	11,25		0,40	0,50	15,00	0,50
ME5	Traffico misto - strade urbane di quartiere	0,50	7,50		0,35	0,40	15,00	0,50
ME6	Traffico misto - strade locali	0,30	4,50		0,35	0,40	15,00	
S1	Traffico pedonale in zone principali		15,00	5,00				
S2	Traffico pedonale in zone secondarie		10,00	3,00				
S3	Traffico pedonale in zone di quartiere		7,50	1,50				
S4	Traffico pedonale in zone locali		5,00	1,00				
S5	Traffico pedonale in zone locali		3,00	0,60				
S6	Traffico pedonale in zone isolate		2,00	0,60				
S7	Traffico pedonale in zone particolari							

#### ALTRE DEFINIZIONE DI CARATTERE TECNICO

- **Alimentatore:** un dispositivo inserito tra la rete di alimentazione ed una o più sorgenti luminose che, per mezzo di induttanza, capacità o resistenza, utilizzato singolarmente o in combinazione, serve principalmente a limitare al valore richiesto la corrente della lampada o delle lampade al valore richiesto; un alimentatore può includere anche strumenti per trasformare la tensione di alimentazione, variare la luce, correggere il fattore di potenza e, da solo o in combinazione con un dispositivo di innesco, fornire le condizioni necessarie per l'innesto delle lampade.
- **Apparecchio di illuminazione:** un apparecchio che distribuisce, filtra o trasforma la luce trasmessa da una o più sorgenti luminose e che include tutte le parti necessarie per sostenere, fissare e proteggere le sorgenti luminose e, ove necessario, i circuiti ausiliari e gli strumenti per collegarle all'alimentazione, ma non le sorgenti luminose stesse.
- **Carreggiata:** parte della strada destinata allo scorrimento dei veicoli. La carreggiata può essere composta da una o più corsie di marcia ed in genere è pavimentata e delimitata da strisce di margine.
- **Categoria illuminotecnica:** categoria che identifica una condizione di illuminazione in grado di soddisfare i requisiti per l'illuminazione di una data zona di studio.
- **Classe di intensità luminosa:** una delle classi in cui la norma EN 13032 ha suddiviso alcune geometrie dell'emissione luminosa fissandone le intensità massime a vari angoli rispetto alla verticale. La classe minima è definita dalla classe G1, quella massima dalla classe G6.
- **Cromaticità:** la proprietà di uno stimolo di colore definita dalle relative coordinate di cromaticità o dall'insieme della lunghezza d'onda dominante o complementare e della purezza.
- **DLOR (downward light output ratio):** percentuale del flusso di lampada emesso, dall'apparecchio di illuminazione, al di sotto del piano orizzontale contenente il centro fotometrico dell'apparecchio di illuminazione,

- Eco-etichetta di Tipo I: ai sensi della norma UNI EN ISO 14024 "Etichettatura ambientale di Tipo I" è una etichetta ecologica basata su un sistema multicriteria che considera l'intero ciclo di vita del prodotto, sottoposta a certificazione esterna da parte di un ente indipendente (es. il marchio europeo ECOLABEL).
- Efficienza della sorgente luminosa o efficacia della lampada: rapporto tra il flusso luminoso emesso e la potenza consumata dalla sorgente  $\eta_{sorgente} = \Phi / P_{sorgente}$  (lm/W); la potenza consumata dalla sorgente non include la potenza dissipata dagli impianti ausiliari, come gli alimentatori.
- Efficienza luminosa del modulo LED (lm/W): rapporto tra il flusso luminoso emesso dal modulo LED e la potenza elettrica impegnata dalla sorgente, comprensiva di componenti meccanici quali i dissipatori ed esclusa la potenza dissipata dall'unità di alimentazione, ad una temperatura ambiente di prova specificata.
- Efficienza luminosa di un sistema LED (lm/W): rapporto tra il flusso luminoso emesso dal modulo LED e la potenza elettrica impegnata dal modulo LED, comprensiva di componenti meccanici quali i dissipatori e compresa la potenza dissipata dall'unità di alimentazione, ad una temperatura ambiente di prova specificata.
- Efficienza luminosa dell'apparecchio di illuminazione (lm/W): rapporto tra il flusso luminoso dell'apparecchio di illuminazione e la potenza elettrica assorbita dall'apparecchio stesso.
- Efficienza dell'alimentatore ( $\eta_{alimentatore}$ ): il rapporto fra la potenza della lampada (potenza in uscita dall'alimentatore) e la potenza in entrata al circuito lampada-alimentatore, con possibili sensori, connessioni in rete o altri carichi ausiliari non connessi.
- Fattore di mantenimento (maintenance factors - MF): percentuale di flusso luminoso in uscita da un corpo illuminante o da un sistema a LED dopo determinate ore di funzionamento rispetto a quello iniziale (parametro individuato in condizioni di laboratorio).
- Fattore di mantenimento del flusso luminoso della lampada (lamp lumen maintenance factor - LLMF): il rapporto fra il flusso luminoso emesso dalla lampada in un determinato momento della vita e il flusso luminoso iniziale.
- Fattore di mantenimento dell'apparecchio di illuminazione (luminaire maintenance factor - LMF): il rapporto fra il flusso luminoso emesso in un determinato momento e il flusso iniziale di un apparecchio di illuminazione.
- Fattore di sopravvivenza della lampada (lamp survival factor - LSF): la frazione del numero totale delle lampade che continuano a funzionare in un determinato momento in determinate condizioni e con una frequenza di commutazione specifica.
- Flusso luminoso: una quantità derivata dal flusso energetico (potenza energetica) valutando la radiazione in base alla sensibilità spettrale dell'occhio umano.
- Grado di Protezione dagli Agenti esterni (IP): il codice IP (International Protection) identifica il grado di protezione degli involucri per materiale elettrico, contro l'accesso a parti pericolose interne all'involucro e contro la penetrazione di corpi solidi estranei e dell'acqua (Riferimento per classificazione: CEI EN 60529).

- Illuminamento E: rapporto fra il flusso infinitesimo  $d\phi$  incidente su una superficie infinitesima  $dA$  normale ad esso e la superficie medesima. Per l'illuminamento ( $I_x = lm/m^2$ ) il flusso è rapportato alla superficie normale all'asse del tubo di flusso.
- Impianti di illuminazione pubblica: installazioni luminose fisse che hanno lo scopo di fornire buona visibilità agli utenti delle aree pubbliche di traffico esterne durante le ore di buio per contribuire allo scorrimento ed alla sicurezza del traffico e alla sicurezza pubblica (EN13201).
- Inquinamento luminoso: la somma di tutti gli impatti negativi della luce artificiale sull'ambiente, compreso l'impatto della luce molesta.
- Intensità luminosa  $I$ : grandezza vettoriale la cui unità di misura è la candela (cd), data dal rapporto fra il flusso luminoso infinitesimo  $d\phi$  che interessa l'angolo solido infinitesimo  $d\omega$  raccolto attorno ad un asse e l'angolo stesso.
- Lampada a scarica: lampada nella quale la luce è prodotta, direttamente o indirettamente, da una scarica elettrica attraverso un gas, un vapore metallico o una miscela di diversi gas e vapori.
- Lampade a scarica ad alta intensità (lampade al sodio ad alta pressione e lampade agli alogenuri metallici) / high intensity discharge lamps –HID (high pressure sodium –HPS– and metal halide –MH– lamps): lampade a scarica elettrica in cui l'arco elettrico che genera la luce è stabilizzato per l'effetto termico della parete del bulbo e l'arco ha una carica superficiale superiore a 3 watt per centimetro quadrato.
- Lampada ad alogenuri metallici: una lampada a scarica ad alta intensità in cui la luce è prodotta mediante radiazione da una miscela di vapori di metallo, alogenuri metallici e prodotti della dissociazione degli alogenuri metallici.
- Lampade al sodio ad alta pressione (lampada a vapori di sodio ad alta pressione): una lampada a scarica ad alta intensità in cui la luce è prodotta essenzialmente mediante radiazione da vapori di sodio a una pressione parziale di 10 kilopascal.
- LED (light emitting diode –LED): diodo ad emissione luminosa è un dispositivo optoelettronico che sfrutta le proprietà ottiche di alcuni materiali semiconduttori per produrre fotoni attraverso il fenomeno dell'emissione spontanea ovvero a partire dalla ricombinazione di coppie elettrone-lacuna.
- Light output ratio (LOR): rapporto tra il flusso luminoso totale dell'apparecchio di illuminazione, completo di lampade ed ausiliari, ed il flusso luminoso delle lampade funzionanti fuori dell'apparecchio, con gli stessi ausiliari e nelle stesse condizioni normalizzate di misurazione.
- Luce molesta: la parte della luce proveniente da un impianto di illuminazione che non serve alle finalità per cui l'impianto è stato progettato. Sono inclusi i seguenti casi:
  - o luce che illumina indebitamente zone al di fuori dell'area da illuminare,
  - o luce diffusa nelle vicinanze dell'impianto di illuminazione,
  - o la luminescenza del cielo, vale a dire la luminosità del cielo notturno dovuta alla riflessione diretta o indiretta della radiazione (visibile e non visibile), diffusa dai componenti dell'atmosfera (molecole di gas, aerosol e particolato) nella direzione dell'osservazione.

- Luminanza L: rapporto fra l'intensità luminosa infinitesima dI in una direzione assegnata e l'areola elementare apparente A entro cui è compresa l'emissione luminosa. La sua unità di misura è cd/m<sup>2</sup>.
- Modulo LED: unità fornita come sorgente luminosa. In aggiunta a uno o più LED, essa può contenere componenti aggiuntivi quali, ad esempio, ottici, meccanici, elettrici e elettronici ma non l'unità di alimentazione (CEI EN 62031:2009).
- Modulo LED indipendente: modulo LED progettato per poter essere montato o posto separatamente rispetto ad un apparecchio di illuminazione, ad una scatola aggiuntiva o ad un involucro similare. Il modulo LED indipendente fornisce tutta la protezione necessaria inerente alla sicurezza, conforme alla propria classificazione e marcatura.
- Modulo LED indipendente con alimentatore incorporato: modulo LED con alimentatore incorporato, generalmente progettato in modo da poter essere montato o posto separatamente rispetto ad un apparecchio di illuminazione, ad una scatola aggiuntiva o ad un involucro o similare. Il modulo LED indipendente fornisce tutta la protezione necessaria inerente alla sicurezza, conforme alla propria classificazione e marcatura.
- Modulo LED da incorporare: modulo LED generalmente progettato per formare una parte sostituibile di un apparecchio di illuminazione, di una scatola, di un involucro o similare e non previsto per essere montato all'esterno di un apparecchio di illuminazione, etc. senza particolari precauzioni (CEI EN 62031:2009)
- Modulo LED con alimentatore incorporato: modulo LED progettato per essere collegato alla tensione di alimentazione (CEI EN 62031:2009).
- Modulo LED da incorporare con alimentatore incorporato: modulo LED con alimentatore incorporato, generalmente progettato per formare una parte sostituibile di un apparecchio di illuminazione, di una scatola, di un involucro o similare e non previsto per essere montato all'esterno di un apparecchio di illuminazione, etc. senza particolari precauzioni (CEI EN 62031:2009).
- Organismi riconosciuti: "laboratori di prova, di calibratura e gli organismi di ispezione e certificazione conformi alle norme europee" (D.Lgs. 163/2006, art 68, c 11).
- Potenza radiante specifica effettiva UV: la potenza effettiva della radiazione UV di una lampada in relazione al suo flusso luminoso (unità: mW/klm).
- Resa cromatica (Ra): l'effetto di un illuminante sull'aspetto cromatico degli oggetti, aspetto che viene paragonato consciamente o inconsciamente al loro aspetto cromatico in presenza di un illuminante di riferimento.
- Sistema di telecontrollo negli impianti di illuminazione pubblica: insieme di dispositivi hardware controllati e gestiti a distanza da un software installato su PC o su server, atti a trasmettere informazioni di allarme e misure e ad essere riprogrammati a distanza, per consentire la modifica dei cicli, delle soglie e dei parametri di accensione/spegnimento lampade. Il sistema può gestire sia dispositivi di controllo e regolazione centralizzata (dispositivi hardware installati solo a livello del quadro di comando e accensione), sia del tipo "punto-punto" (dispositivi anche installati nei pressi del punto luce).

- SLI (specific lantern index): parametro legato unicamente alle proprietà ottiche dell'apparecchio di illuminazione, che fornisce indicazioni in merito alle caratteristiche di controllo dell'abbagliamento,
- Spread: apertura del fascio luminoso in senso trasversale alla strada.
- SLEEC (Street Lighting Energy Efficiency Criterion): rapporto tra valore illuminotecnico raggiunto e potenza impegnata per unità di superficie.

Per un calcolo stradale il valore richiesto per valutare la bontà dell'installazione è la luminanza. Con SL si indica lo SLEEC basato sulla luminanza di una determinata installazione (W/cd/m<sup>2</sup>·m<sup>2</sup>).

Per un calcolo non prettamente stradale il valore richiesto per valutare la bontà dell'installazione è l'illuminamento. Con SE si indica lo SLEEC basato sull'illuminamento di una determinata installazione (W/(lx·m<sup>2</sup>)).

- Tasso di guasto (failure rate – FR): probabilità condizionata che il componente riesca a compiere la funzione per cui è progettato, per un intervallo di tempo t. Il failure rate è un parametro fondamentale sul quale sono costruite le modellazioni matematiche che consentono la stima della probabilità di guasto, dell'affidabilità e quindi della disponibilità di un generico componente.
- Temperatura di colore correlata (T<sub>c</sub>): la temperatura di un radiatore di Planck (corpo nero) il cui colore percepito risulta il più simile a quello di uno stimolo fornito alle stesse condizioni di brillanza e a specifiche condizioni di vista [K].
- Throw: apertura del fascio luminoso nel senso longitudinale della strada,
- Uniformità generale (U<sub>0</sub>): rapporto tra valore minimo e medio di luminanza sulla carreggiata.
- Uniformità longitudinale (U<sub>1</sub>): rapporto tra il valore minore e quello maggiore di luminanza trovato sulla mezzeria di una delle corsie. Deve essere considerato il minore dei valori tra le uniformità longitudinali delle corsie di una carreggiata.
- Unità di alimentazione della sorgente luminosa: uno o più componenti fra l'alimentazione e una o più sorgenti luminose che possono servire a trasformare la tensione di alimentazione, limitare la corrente delle lampade al valore richiesto, fornire la tensione di innesco e la corrente di preriscaldamento, evitare l'innesto a freddo, correggere il fattore di potenza o ridurre l'interferenza radio. Gli alimentatori, i convertitori e i trasformatori per lampade ad alogeni e i driver LED sono esempi di unità di alimentazione di sorgenti luminose.

## 5. PARTI DEL PIANO

### 5.1. Rilievo

Si sono esperiti i rilievi diurni e notturni per verificare tutte le caratteristiche tecniche di ciascun elemento funzionale che compone gli impianti di illuminazione esterna, e per raccogliere i dati elettrotecnicici, illuminotecnici e meccanici necessari per eseguire le valutazioni di merito.

Nei rilievi diurni si sono eseguite le indagini fotografiche per rilevare delle caratteristiche architettoniche dei corpi illuminanti e dei sostegni, e le esplorazioni delle reti infrastrutturali sottoterra entro i pozzetti presso i quali si rendeva possibile la verifica.

Si sono effettuate le misurazioni di distanza di ogni elemento tecnologico dell'impianto con l'ausilio della ruota metrica, le misurazioni delle altezze del corpo illuminante con l'ausilio del tele-laser, le misure di tensione e corrente attraverso Tester professionale Cl. II, le misure di Re resistenza di terra e le prove di continuità del circuito di protezione e di isolamento con Megahmetro HT Italia, omologato per valutazioni previste dalle Norme CEI 64/8.

Per quanto attiene le indagini di tipo illuminotecnico si sono esperite adeguate misure dell'Illuminamento E(lux) nei tratti ritenuti significativi di ciascuna zona degli abitati, individuando i punti più idonei di ciascuna area che appariva in quel momento "illuminotecnicamente omogenea".

Per l'esecuzione delle misure di Illuminamento si è fissata una "griglia di rilievo" ovvero si sono stabiliti esatti punti di prova sia sulla sede stradale che sul marciapiede o nelle aree circostanti. Per quanto attiene i rilevamenti delle parti "meccaniche" ci si è limitati ad una sommaria valutazione degli aspetti più evidenti della struttura del corpo illuminante, del sostegno o del quadro elettrico, escludendo i medesimi dai principi fondamentali della L.P.16/2007 e per tanto dal presente documento, privilegiando fra tutti quelli di tipo elettrotecnico.

### 5.2. Analisi e Piano

Per analizzare i dati rinvenuti durante i rilievi si è proceduto all'individuazione delle "aree illuminotecnicamente omogenee", con il criterio della suddivisione per tipologia di zona del Comune in esame, ed alla Classificazione delle strade secondo il compito visivo, giusta la Norma UNI 11248. Tale Classificazione illuminotecnica si è basata sui dati forniti dal Comune di Condino.

L'analisi dei dati elettrotecnicci si è concretizzata con l'elaborazione dei calcoli per la verifica dimensionale delle Sezioni dei cavi e per il raffronto delle Cadute di tensione rilevate con i limiti stabiliti dalla Norma CEI 64/8, allo scopo di calcolare le perdite energetiche di ciascuna linea dell'impianto.

Attraverso il calcolo analitico con il metodo proposto dalla Norma CEI si è proceduto alla verifica delle Correnti di Corto Circuito a fine linea, con lo scopo di accertare la bontà delle protezioni installate nei quadri elettrici, alla misura della Resistenza di terra Re ed alla prova di continuità del circuito di protezione delle persone dai contatti diretti ed indiretti.

Le prove di continuità del circuito di protezione e quelle afferenti lo stato dell'isolamento sono state effettuate con metodo "a campione", ovvero sui pali di fine linea di ciascun circuito elettrico individuato nei documenti di Piano.

L'analisi meccanico strutturale si è limitata all'individuazione ed all'elencazione delle problematiche più evidenti afferenti la tenuta statica, meccanica o agli agenti atmosferici degli elementi e delle parti di impianto di illuminazione facilmente accessibili e pertanto, immediatamente verificabili.

Per determinare un adeguato Piano degli interventi finalizzati all'adeguamento degli impianti tecnologici esistenti ci si è confrontati con la metodologia proposta dal Piano Provinciale, Allegato I alla Legge Provinciale 16/2007, ovvero alla compilazione dei modelli di verifica denominati A e B, nonché della produzione dell'elaborato di Sintesi, che riepiloga i risultati delle indagini.

Dei dati riportati nelle sopracitate tabelle rendono ragione sia le documentazioni fotografiche che le Cartografie indicate, opportunamente commentate nella presente relazione tecnica, entro la quale, vengono disposte le "Norme di attuazione del Piano".

## 6. LINEE GENERALI

### 6.1. Premessa

Il Piano di Illuminazione pubblica è un progetto ed una guida di disposizioni tecniche e normative atte a regolamentare gli interventi di illuminazione pubblica e privata. Lo scopo è quello di migliorare, ottimizzare ed a mettere a norma l'impianto attuale; è rivolto a regolamentare quegli impianti pubblici o privati che si svilupperanno in futuro, per la tutela sia diurna che notturna del territorio e della popolazione.

Il piano è redatto secondo le indicazioni della legge provinciale n. 16 del 3 ottobre 2007 e del regolamento di attuazione.

Il primo passo per la stesura del piano sarà quello del rilievo dell'impianto esistente, mediante la realizzazione grafica di una o più tavole indicanti la tipologia, la posizione dei corpi illuminanti, la collocazione dei quadri elettrici e l'estensione dei relativi circuiti di illuminazione derivati dai suddetti quadri. Le disposizioni elaborate dal seguente piano d'illuminazione avranno applicazione, su tutto il territorio comunale sia per gli impianti di futura realizzazione e sia per quelli attualmente esistenti.

### 6.2. Motivazioni

Alla luce di quanto previsto dalle leggi e norme in materia di illuminazione e riduzione dell'inquinamento luminoso, il piano di illuminazione si prefigge di perseguire le seguenti finalità:

- ridurre sul territorio l'inquinamento luminoso ed i consumi energetici da esso derivanti;
- aumentare la sicurezza stradale per la riduzione degli incidenti, evitando abbagliamenti e distrazioni che possano generare pericolo per il traffico ed i pedoni;
- favorire le attività serali e ricreative per migliorare la qualità della vita;
- promuovere un più razionale sfruttamento degli spazi urbani disponibili;
- migliorare l'illuminazione delle opere architettoniche evitando inutili e dannose dispersioni della luce nelle aree circostanti e verso il cielo;
- integrare gli impianti con l'ambiente circostante diurno e notturno;
- realizzare impianti ad alta efficienza favorendo il risparmio energetico;
- ottimizzare gli oneri di gestione e quelli di manutenzione;
- tutelare l'attività di ricerca degli osservatori astronomici.
- uniformare le tipologie d'installazione
- valorizzare l'ambiente urbano ponendo particolare attenzione ai centri storici e residenziali.

Il risultato dell'applicazione dei criteri indicati nel piano d'illuminazione darà luogo ad un territorio provvisto di un sistema d'illuminazione organico, efficiente e rispettoso dell'ambiente, a tutto vantaggio quindi dei cittadini, i principali beneficiari, ma anche dei gestori siano essi soggetti pubblici o privati degli impianti.

Inoltre, quanto maggiore sarà lo sforzo, nell'ambito degli adeguamenti e nuove realizzazioni razionalizzando e standardizzando gli impianti di servizio utilizzando dispositivi ad alta tecnologia con bassi costi di gestione e manutenzione, tanto maggiore sarà il vantaggio economico.

### **6.3. Beneficiari**

- la pubblica sicurezza
- le attività commerciali e ricreative
- il Comune, in quanto gestore dell'impianto di illuminazione pubblica
- la viabilità automobilistica
- l'ambiente
- gli organi controllori della sicurezza degli impianti elettrici e di illuminazione
- osservatori astronomici ed astrofili dilettanti

### **6.4. Vantaggi economici**

Gli interventi di miglioramento e di messa a norma degli impianti, che si protrarranno nel tempo secondo le linee programmatiche dell'amministrazione comunale, modificheranno le tipologie dell'impianto stesso portando indubbi vantaggi economici. I risparmi saranno possibili grazie alla combinazione di diversi fattori ad esempio:

- la riduzione dei flussi luminosi su strade negli orari notturni;
- l'utilizzo di lampade con alta efficienza luminosa;
- la standardizzazione dei quadri elettrici e degli apparecchi illuminanti, che diminuiscono i costi derivanti dalla manutenzione gravanti sul bilancio comunale.

### **6.5. Riferimenti normativi**

#### **6.5.1. Leggi**

Decreto legislativo n. 285 del 30/4/1992: "Nuovo Codice della Strada", (G.U. n. 114, Suppl. ordinario 18/5/1992) e ss.mm.ii.

Decreto Presidente Repubblica n. 495 del 16/12/1992: "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada"

Decreto legislativo 360/93: "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992

Direttiva Ministeriale LLPP 12/04/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico" (Supp. ordinario n. 77 alla G.U n. 146 del 24 giugno 1995 – Serie generale).

Decreto Legislativo 6 novembre 2007, n. 201, "Attuazione della direttiva 2005/32/CE relativa all'istituzione di un quadro per l'elaborazione di specifiche per la progettazione ecocompatibile dei prodotti che consumano energia"

Decreto Ministeriale LL. PP. del 5 novembre 2001 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”

Provincia Autonoma Trento, Legge Provinciale 3 ottobre 2007, n. 16, “Risparmio energetico e inquinamento luminoso”.

Decreto Ministeriale 23 dicembre 2013 – “Criteri ambientali minimi per l’acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, per l’acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l’affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica - aggiornamento 2013”.

Decreto Ministeriale 21 luglio 2014 – “Modifica dell’allegato al decreto del 23 dicembre 2013 recante: “Criteri ambientali minimi per l’acquisto di lampade a scarica ad alta intensità e moduli led per illuminazione pubblica, per l’acquisto di apparecchi di illuminazione per illuminazione pubblica e per l’affidamento del servizio di progettazione di impianti di illuminazione pubblica - aggiornamento 2013”.

#### **6.5.2.Norme e raccomandazioni**

AIDI 1993 “Raccomandazioni per l’illuminazione pubblica”

AIDI 1998 “Guida per il Piano Regolatore Comunale dell’illuminazione pubblica”

CIE Pubblicazione 115:1995: “Recommendations for lighting of roads for motor and pedestrian traffic”

CIE Pubblicazione 136-2000: “Guida all’illuminazione delle aree urbane” (in sostituzione della CIE 92:1992)

CIE Pubblicazione n. 92:1992 : "Guide to the lighting of urban areas"

CIE Pubblicazione 154:2003 “The maintenance of outdoor lighting systems”

Norma UNI 10439:2001 “Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato”

Rapporto tecnico CEN/TR 13201-1:2004 “Illuminazione stradale (Road lighting) – Selezione delle classi di illuminazione”

NORMA EN 13201-2:2004 “Illuminazione stradale - Requisiti prestazionali”

NORMA EN 13201-3:2004 “Illuminazione stradale – Calcolo delle prestazioni”

NORMA EN 13201-4:2004 “Illuminazione stradale – Metodi di misurazione delle prestazioni fotometriche” (recepiscono anche la CIE Pubblicazione 115:1995 “Recommendations for lighting of roads for motor and pedestrian traffic”)

NORMA UNI 11248:2007 "Illuminazione stradale - Selezione delle categorie illuminotecniche" (in sostituzione della UNI 10439, recepisce il rapporto tecnico CEN/TR 13201-1)

Norma UNI 10819:1999 “Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l’alto del flusso luminoso”

Norma UNI 11095:2003 “Illuminazione gallerie”

UNI EN 12193:2008 "Illuminazione di installazioni sportive"

UNI EN 12464-2:2008 "Illuminazione dei posti di lavoro - Parte 2: Posti di lavoro in esterno"

Norma CEI 34 – 33 : "Apparecchi di Illuminazione. Parte II : Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale"

Norme CEI 34 relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi d'illuminazione in generale

Norma CEI 11 – 4: "Esecuzione delle linee elettriche esterne"

Norma CEI 11 – 17: "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"

Norma CEI 64 – 7: "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e simili"

Norma CEI 64 – 8: variante V2 Sezione 714 "Ambienti e applicazioni particolari - Impianti di illuminazione situati all'esterno."

"Impianti a norme CEI – volume 6: Illuminazione Esterna", TNE Maggio 97

#### **6.6. Obbligo di progetto e dichiarazione di conformità**

Aspetto innovativo introdotto dalla Legge Provinciale N° 16 del 2007 è che tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna compresi quelli a scopo pubblicitario, siano sottoposti ad obbligo di progetto firmato da un tecnico del settore abilitato, con l'esclusione di quelli di modesta entità, come indicato all'articolo VIII della suddetta legge. Questo obbligo facilita il compito dell'amministrazione comunale chiamata ad approvare tali impianti.

La stessa legge impone che al termine dei lavori, l'installatore trasmetta al comune la dichiarazione di conformità dell'installazione al progetto illuminotecnico.

#### **6.7. Compito dei Comuni**

I comuni devono dotarsi del presente piano di illuminazione comunale nei termini dettati dalla Legge Provinciale adeguandosi alle modifiche e nuove norme.

Il sindaco viene investito del regime di autorizzazione per la realizzazione degli impianti di illuminazione esterna.

## 6.8. Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi d'illuminazione debbono avere l'indice IPEA maggiore o uguale a quello della classe B riportato nella tabella che segue:

Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione	IPEA
A <sup>++</sup>	1,15 < IPEA
A <sup>+</sup>	1,10 < IPEA < 1,15
A	1,05 < IPEA ≤ 1,10
<b>B</b>	<b>1,00 &lt; IPEA ≤ 1,05</b>
C	0,93 < IPEA ≤ 1,00
D	0,84 < IPEA ≤ 0,93
E	0,75 < IPEA ≤ 0,84
F	0,65 < IPEA ≤ 0,75
G	IPEA ≤ 0,65

L'indice IPEA che viene utilizzato per indicare la prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione è definito come segue:

$$IPEA = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$

con  $\eta_a$  = efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione, che si calcola come segue

$$\eta_a = \frac{\Phi_{app} \cdot Dff}{P_{reale}} = [lm/W]$$

in cui:

$\Phi_{app}$  flusso luminoso nominale iniziale emesso dall'apparecchio di illuminazione nelle condizioni di utilizzo di progetto e a piena potenza,

$P_{reale}$  reale potenza assorbita dall'apparecchio di illuminazione, espressa in Watt, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.); tale potenza è quella che l'apparecchio di illuminazione assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento a piena potenza (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete);

$Dff$  la percentuale di flusso emesso dall'apparecchio di illuminazione rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell'angolo di 90°.

e con  $\eta_r$  = efficienza globale di riferimento, i cui valori sono riportati, in funzione del tipo di apparecchio di illuminazione, nelle tabelle che seguono:

Tabella a) illuminazione stradale e di grandi aree	
Potenza nominale della sorgente P [W]	Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ [lm/W]
$P \leq 55$	60
$55 < P \leq 75$	65
$75 < P \leq 105$	75
$105 < P \leq 155$	81
$155 < P \leq 255$	93
$255 < P \leq 405$	99

Tabella b) illuminazione di percorsi ciclopedonali	
Potenza nominale della sorgente P [W]	Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ [lm/W]
$P \leq 55$	50
$55 < P \leq 75$	56
$75 < P \leq 105$	58
$105 < P \leq 155$	63
$155 < P \leq 255$	67
$255 < P \leq 405$	67

Tabella c) illuminazione di aree verdi e parchi	
Potenza nominale della sorgente P [W]	Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ [lm/W]
$P \leq 55$	49
$55 < P \leq 75$	55
$75 < P \leq 105$	57
$105 < P \leq 155$	62
$155 < P \leq 255$	66
$255 < P \leq 405$	66

Tabella d) illuminazione di centri storici con apparecchi di illuminazione artistici <sup>1</sup> :	
Potenza nominale della sorgente P [W]	Efficienza globale di riferimento $\eta_r$ [lm/W]
$P \leq 55$	51
$55 < P \leq 75$	57
$75 < P \leq 105$	58
$105 < P \leq 155$	63
$155 < P \leq 255$	68
$255 < P \leq 405$	68

Il valore IPEA degli apparecchi di illuminazione deve essere superiore alla classe C

## 6.9. Prestazione energetica degli impianti di illuminazione

L'impianto di illuminazione pubblica deve avere l'indice IPEI maggiore o uguale di quello corrispondente alla classe C, riportato nella tabella che segue:

Prestazione energetica dell'impianto	IPEI
A <sup>++</sup>	$IPEI < 0,75$
A <sup>+</sup>	$0,75 \leq IPEI < 0,82$
A	$0,82 \leq IPEI < 0,91$
B	$0,91 \leq IPEI < 1,09$
<b>C</b>	<b><math>1,09 \leq IPEI &lt; 1,35</math></b>
D	$1,35 \leq IPEI < 1,79$
E	$1,79 \leq IPEI < 2,63$
F	$2,63 \leq IPEI < 3,10$
G	$3,10 \leq IPEI$

L'indice IPEI che viene utilizzato per la valutazione delle prestazioni energetiche degli impianti di illuminazione è definito come segue:

$$IPEI = \frac{SL}{SL_R} \cdot k_{inst} = \frac{SL}{SL_R} \cdot \left( 0,524 + \frac{L_m}{L_{m,rif} \cdot 2,1} \right)$$

- ambito stradale:

$$IPEI = \frac{SE}{SE_R} \cdot k_{inst} = \frac{SE}{SE_R} \cdot \left( 0,524 + \frac{E_m}{E_{m,rif} \cdot 2,1} \right)$$

- altri ambiti:

in cui:

SL: SLEEC per luminanza impiegato per tratti prevalentemente motorizzati quando la normativa tecnica attualmente vigente (UNI 11248) richiede un calcolo in luminanza così come emerso dai calcoli illuminotecnici, secondo quanto specificato di seguito,

SE: SLEEC per illuminamento impiegato per tratti misti quando la normativa tecnica attualmente vigente (UNI 11248) richiede un calcolo in illuminamento così come emerso dai calcoli illuminotecnici, secondo quanto specificato di seguito,

SLR: SLEEC di riferimento per luminanza così come indicato dalle tabelle seguenti,

SER: SLEEC di riferimento per illuminamento così come indicato dalle tabelle seguenti,

kinst: coefficiente correttivo che premia l'aderenza ai coefficienti di luminanza od illuminamento definiti dalla norma UNI EN 13201. Grazie a questo coefficiente ottengono valori premianti gli apparecchi che, a parità di caratteristiche, garantiscono una interdistanza più elevata,

Lm: luminanza media mantenuta, come risultante da calcolo illuminotecnico effettuato secondo le direttive UNI EN 13201, adottando un fattore di manutenzione pari a 0,802 ed un manto stradale di classe C2,

Em: illuminamento medio mantenuto come risultante da calcolo illuminotecnico effettuato secondo le direttive UNI EN 13201, adottando un fattore di manutenzione pari a 0,80;

Lm,rif: luminanza media mantenuta di riferimento, riferita alla classe illuminotecnica di progetto/esercizio adottata,

Em,rif: illuminamento medio mantenuto di riferimento, riferito alla classe illuminotecnica di progetto /esercizio adottata.

L'intero impianto di pubblica illuminazione deve essere progettato in funzione della classe di illuminazione individuata per il compito visivo (UNI 11248 e s. m. e i.) e delle relative prescrizioni illuminotecniche minime indicate per garantire sicurezza agli utenti (EN 13201-2 e s. m. e i.).

Il calcolo dell'indice IPEI viene eseguito come di seguito specificato.

per tratti prevalentemente motorizzati, in cui viene richiesto dalla norma UNI 11248 un calcolo in luminanza, occorre considerare lo SLEEC per luminanza:

$$SL = \frac{P_{reale}}{L_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \left[ \frac{W}{cd / m^2 \cdot m^2} \right]$$

per tratti misti, in cui viene richiesto dalla norma UNI 11248 un calcolo in illuminamento, occorre considerare lo SLEEC per illuminamento:

$$SE = \frac{P_{reale}}{E_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \left[ \frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

in cui si definiscono:

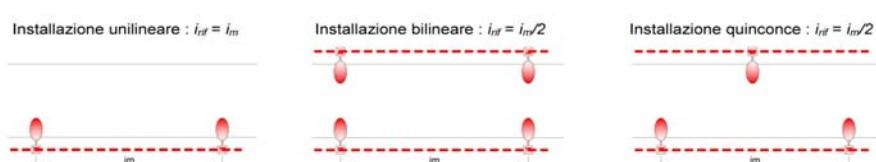
$P_{reale}$  reale potenza assorbita dall'apparecchio, intesa come somma delle potenze assorbite dalla lampade e dalle componenti presenti all'interno dello stesso (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc.) che possono assorbire energia elettrica; tale potenza è quella che in teoria l'apparecchio dovrebbe assorbire dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento. Tale potenza può venire espressa come  $Psorgente/\eta$  in cui  $Psorgente$  è la potenza nominale della sorgente e  $\eta$  è il rendimento dell'alimentatore.

$l_{media}$  larghezza media della carreggiata o della zona illuminata.

$L_m$  luminanza media mantenuta calcolata secondo le direttive UNI EN 13201, calcolata adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80 ed un manto stradale di classe C2.

$E_m$  illuminamento medio mantenuto calcolato secondo le direttive UNI EN 13201, calcolato adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80.

$i_{rif}$  interdistanza di riferimento in un impianto di pubblica illuminazione fra un punto luce e l'altro computata secondo lo schema espresso di seguito:



in cui  $im$  è l'interdistanza media fra due punti luce successivi posti dallo stesso lato della carreggiata.

Nel caso in cui, per il calcolo in illuminamento, non sia possibile riferirsi ad una tipologia di installazione con file omogenee di apparecchi di illuminazione, è possibile calcolare il valore SE nel modo seguente:

$$SE = \frac{P_{reale}}{E_m \cdot s_{media}} = \left[ \frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

in cui si definiscono:

Preale la reale potenza assorbita dall'apparecchio, intesa come somma delle potenze assorbite dalla lampada e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc...) che possono assorbire energia elettrica; tale potenza è quella che in teoria l'apparecchio dovrebbe assorbire dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento. Tale potenza può venire espressa come  $P_{sorgente}/\eta_b$  in cui  $P_{sorgente}$  è la potenza nominale della sorgente e  $\eta_b$  è il rendimento dell'alimentatore.

$E_m$  illuminamento medio mantenuto, calcolato secondo le direttive UNI EN 13201 adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80.

$S_{media}$  l'area media illuminata da ciascun apparecchio di illuminazione; nel caso di più apparecchi insistenti sulla stessa area, occorre dividere quest'area per il numero di apparecchi presenti al fine di ottenere l'area media illuminata teorica.

I valori di riferimento per le classi ME e MEW (SLR), così come per la classe S (SER), sono stati desunti dalla media di varie simulazioni di calcolo in diversi ambiti di apparecchi di illuminazione conformi a quanto indicato dal Regolamento n. 245/2009 della Commissione Europea, che rappresentano prodotti di fascia intermedia rispetto alle BAT oggi disponibili; il corrispettivo valore di riferimento per le classi CE (SER) è stato desunto – così come avviene per la stessa UNI 11248 – moltiplicando i valori di riferimento stradali per il coefficiente medio di riflessione del manto stradale; per uniformare i risultati ottenuti viene preso in considerazione per i calcoli illuminotecnici un manto stradale standard definito come pavimentazione stradale normalizzata in condizione di tempo asciutto di classe C2, avente coefficiente medio di luminanza  $Q_0=0,07$ .

Nelle tabelle che seguono sono riportati:

i valori di SLEEC di riferimento relazionati alle classi di illuminazione previste dal progettista secondo la norma UNI 11248 e UNI EN 13201 e s. m. e i. per l'impianto;

la prestazione energetica corrispondente ai diversi intervalli di IPEI.

Tabella a) illuminazione stradale Classi di illuminazione ME e MEW	
classe illuminotecnica	SLEEC di riferimento $SL_R$ [W(cd·m <sup>-2</sup> /m <sup>2</sup> )]
ME1 / MEW1	0,49
ME2 / MEW2	0,51
ME3a	0,56
ME3b/MEW3	0,55
ME3c	0,54
ME4a/ MEW4	0,58
MEAb	0,57
ME5/MEW5	0,60
ME6	0,65

Tabella b) illuminazione di intersezioni e centri storici Classi di illuminazione CE	
classe illuminotecnica	SLEEC di riferimento $SE_R$ [W/lx/m <sup>2</sup> ]
CE0	0,033
CE1	0,035
CE2	0,037
CE3	0,039
CE4	0,042
CE5	0,044

Tabella c) illuminazione di marciapiedi, percorsi ciclopedinali, parcheggi Classi di illuminazione S	
classe illuminotecnica	SLEEC di riferimento $SE_R$ [W/lx/m <sup>2</sup> ]
S1	0,07
S2	0,08
S3	0,09
S4	0,11
S5	0,14
S6	0,17
S7	0,21

## 7. RILIEVO DEGLI IMPIANTI ESISTENTI

Il primo passo è la rappresentazione dello stato di fatto dell'Impianto di Pubblica Illuminazione del Comune di Condino, operazione che faciliterà l'individuazione degli interventi necessari per adeguarlo alle prescrizioni della Legge Provinciale n° 16 del 3 ottobre 2007.

La presente relazione, unitamente agli altri elaborati allegati (planimetrie dello stato di fatto, tipologia dei punti luce) costituisce anche il progetto preliminare dell'Illuminazione Comunale, in quanto contiene gli elementi fondamentali sui quali sviluppare i successivi progetti.

Alla fine della presente relazione verranno elaborati i prospetti con i costi di massima degli interventi di adeguamento, per poter così fornire un quadro economico di riferimento per gli stanziamenti necessari ai lavori di realizzazione delle opere da appaltare, da individuare con specifico progetto esecutivo.

Il Comune è l'unico proprietario e gestore della pubblica illuminazione nel territorio comunale.

### 7.1. Rilievo topografico

Il rilievo topografico degli impianti di illuminazione esterna installati nel territorio comunale di Condino è servito per localizzare, con buona approssimazione, la posizione di ogni corpo illuminante e di ogni apparecchiatura elettrica, nella cartografia generale del Comune, e per attribuire ad ogni elemento funzionale il proprio codice identificativo.

A tal fine si rappresenta che le misure e le rilevazioni delle distanze per l'elaborazione delle cartografie sono state effettuate con l'ausilio di strumentazione GPS, e sono per tanto suscettibili dell'errore caratteristico di questo metodo di rilevazione.

Il citato censimento pone in evidenza, attraverso una sigla alfanumerica, le caratteristiche illuminotecniche fondamentali dei corpi illuminanti, ovvero il numero progressivo rispetto all'origine, il tipo di sorgente di luce e la potenza della lampada, nonché, attraverso tale codifica, il gruppo di appartenenza rispetto alle caratteristiche costruttive.

Allo scopo di rappresentare al meglio la tipologia e la forma architettonica del corpo illuminante nei documenti allegati è riportata la documentazione fotografica per la corretta individuazione e definizione della consistenza del punto.

Durante il rilievo si sono individuate la marca ed il tipo di ogni corpo illuminante allo scopo di rendere possibile una ricerca, per il loro reperimento, dei dati fotometrici e delle curve caratteristiche necessarie per esperire l'indagine ed successivo calcolo del K ill nelle aree illuminato tecnicamente omogenee.

Si precisa fin d'ora che il rilievo ed il censimento di cui al presente Capitolo difetta dell'individuazione delle sorgenti di illuminazione esterna di proprietà privata o che insistono su proprietà non comunali, in mancanza di una specifica autorizzazione da parte dell'Amministrazione Comunale ad intervenire in sopralluogo su tali aree.

Si riportano in breve sunto i numeri più significativi del Rilievo e del censimento, ovvero quelli di cui in seguito:

Elenco Quadri Elettrici						
Q	Cod.Q	Descrizione	Sostegni	Apparecchi	kW	
67	0402206167	QUADRO VIA SAN GIOVANNI	134	134	15,93	
68	0402206168	QUADRO PARCHEGGIO SCUOLA MATERNA	74	74	8,61	
69	0402206169	QUADRO PIAZZA SAN ROCCO	177	177	18,92	
70	0402206170	QUADRO VIA ROMA PESA	68	68	7,71	
71	0402206171	QUADRO VIA CARBONERE	80	80	7,77	
72	0402206172	QUADRO ZONA INDUSTRIALE	15	15	1,73	
73	0402206173	QUADRO VIA ROMA SUD	27	27	3,11	
74	0402206174	QUADRO LOC. MON	8	8	0,22	

Elenco Composizioni						
Codice Comune	id_K	Descrizione	Id_A	id_L	W	Sostegni Apparecchi
04022061	A01	A01 - Palo con sbraccio multiplo - Artistico cl.C-Appesso	ARC	SAP	200,00	26,00 26,00
04022061	A02	A02 - Palo con sbraccio singolo - Artistico cl.C-Appesso	ARC	SAP	100,00	217,00 217,00
04022061	A03	A03 - Palo dritto - Globo cl.E-Portato	GLE	SAP	80,00	56,00 56,00
04022061	A04	A04 - Esterno a parete - Artistico cl.C-Portato	ARC	SAP	100,00	96,00 96,00
04022061	A05	A05 - Incasso a Parete - Incasso Terra cl.D	IND	FLU	18,00	10,00 10,00
04022061	A06	A06 - Esterno a parete - Proiettore AS	PRA	JM	150,00	15,00 15,00
04022061	A07	A07 - Palo dritto - Residenziale	RES	FLU	23,00	20,00 20,00
04022061	A08	A08 - Palo con sbraccio singolo - Artistico cl.C-Appesso	ARE	MBF	125,00	18,00 18,00
04022061	A09	A09 - Palo dritto - Stradale cl.B	STB	SAP	100,00	84,00 84,00
04022061	A10	A10 - Palo con sbraccio singolo - Artistico cl.A-Portato	ARA	LED	24,00	28,00 28,00
04022061	A11	A11 - Esterno a parete - Stradale obsoleto	STE	MBF	125,00	2,00 2,00
04022061	A12	A12 - Incasso a Parete - Residenziale	RES	FLU	18,00	11,00 11,00

ID	Id_A	Descrizione
1	STA	Stradale classe A
2	STB	Stradale classe B
3	STE	Stradale non classificato ed obsoleto (E)
4	TCA	Tecnico classe A
5	TCB	Tecnico classe B
6	TCC	Tecnico classe C
7	TCE	Tecnico privo di ottica (classe E)
8	ARA	Artistico classe A
9	ARB	Artistico classe B
10	ARC	Artistico classe C
11	ARE	Artistico privo di ottica (classe E)
12	PRA	Proiettore asimmetrico (classe A)
13	PRG	Proiettore simmetrico generico
14	IND	Incasso a terreno/pavimento classe D
15	GLC	Globo con ottica per ottenere classe C
16	GLE	Globo in genere (classe E)
17	RES	Apparecchi ad uso residenziale
18	ALT	Altro non catalogato

ID	id_L	Descrizione
1	SBP	Sodio Bassa Pressione
2	SAP	Sodio Alta Pressione
3	JM	Alogenuri Metallici
4	LED	LED
5	IND	Induzione
6	FLU	Fluorescenti (lineari /compatte)
7	MBF	Vapori di Mercurio
8	INC	Incandescenza/alogene
9	ALT	Altro non catalogato

## 7.2. Rilievo illuminotecnico

Il rilievo illuminotecnico si è reso necessario per acquisire i dati fotometrici di ciascuna sorgente di illuminazione e per misurare i dati illuminotecnici dei diversi contesti, di ciascun ambito e di ogni strada, per poter definire in seguito le aree illuminotecnicamente omogenee previste dal Piano Provinciale, Allegato I alla L.P.16/2007.

Sono stati reperiti presso gli archivi dell'Amministrazione Comunale progetti e documenti che hanno reso possibile la verifica del dimensionamento e della consistenza illuminotecnica degli impianti di illuminazione esterna, di tipo pubblico. Per gli impianti di tipo privato non è stato possibile reperire alcun documento per la verifica dell'illuminazione all'interno delle aree private.

Le prove strumentali e le misure illuminotecniche sono necessarie anche per esperire il calcolo del coefficiente di illuminamento disperso Kill, sul valore del quale verrà valutato il grado di inquinamento luminoso del sistema tecnologico, ed il coefficiente efficienza energetica η necessario alla stima del rendimento dell'impianto.

Per quanto riguarda l'individuazione delle aree illuminotecnicamente omogenee di rilievo ci si è riferiti alla tipologia dei corpi illuminanti per ciascun tipo di ambito ritenuto omogeneo dal punto di vista del compito visivo della strada, e sul medesimo si sono esperite le indagini e le misure.

Nella compilazione dei modelli A e B previsti dalla legge provinciale 16/2007 per la valutazione tecnica degli impianti esistenti sono stati utilizzati i dati ottenuti durante il rilievo illuminotecnico.

## 7.3. Rilievo elettrotecnico

Il rilievo Elettrotecnico degli impianti di illuminazione esterna installati nel territorio comunale di Condino è servito per individuare i percorsi ed i tracciati delle reti tecnologiche, per rinvenire la natura e la consistenza delle apparecchiature attualmente in esercizio, per calcolare le perdite e l'efficienza energetica prevista dalla L.P. 16/2007, e per verificare il lo stato di conformità delle installazioni in stretto riferimento ai disposti Normativi e legislativi vigenti.

Le Cartografie generali di rilievo fra l'altro, riportano per ciascuna lampada una codifica alfanumerica indicante il nome del corpo illuminante e il quadro dal quale proviene l'alimentazione elettrica

Per il calcolo dei consumi degli impianti e delle relative perdite, si è proceduto alla misura delle grandezze elettriche caratteristiche dei sistemi ovvero della Tensione concatenata, della corrente di fase e della corrente di corto circuito ai morsetti di ogni gruppo di misura, alla tensione di fine linea e alla corrente di corto circuito di ciascuna linea, rendendo evidenza dei risultati sulle cartografie.

Le prove funzionali e hanno messo in evidenza gli aspetti elettrotecnicci afferenti la sicurezza delle persone e degli impianti afferenti l'isolamento dei cavi, la continuità del circuito di protezione, la messa a terra dei sostegni e delle lampade, la protezione dai contatti diretti ed indiretti.

#### **7.4. Rilievo meccanico e strutturale**

Il rilievo meccanico dei componenti che formano gli impianti tecnologici di illuminazione esterna si è reso necessario per esperire le valutazioni di merito in ambito di sicurezza delle persone e dei beni, ovvero per esaminare in generale ed in larga massima lo stato di fatto degli elementi di sostegno che reggono i corpi illuminanti. Ben sapendo che il fine principe della Legge Provinciale 16/2007 è la valutazione illuminotecnica degli impianti di illuminazione esterna, si ritiene che un'analisi per lo meno sommaria afferente lo stato di salute dei citati componenti debba essere condotta, vuoi per completezza dell'argomento, vuoi perché un'eventuale valutazione di conformità del corpo illuminante installato sopra un sostegno precario diverrebbe, di fatto, responso contradditorio, in grado di generare non poca confusione a chi deve pianificare gli interventi di adeguamento degli impianti tecnologici esame.

Per contro, avrebbe poco senso logico, limitare la valutazione agli aspetti illuminotecnici ed esperire indagini articolate e complicati calcoli matematici su corpi illuminanti e sorgenti di alimentazione installate con modalità non corrette, non conformi alla normativa o addirittura su sostegni in stato di precaria consistenza, e per tanto da sostituire.

A tale scopo, senza avere la presunzione di verificare gli impianti strutturalmente ai sensi del Codice Civile e della Legislazione vigente, ma unicamente per rendere un quadro più completo dello stato di salute del sistema di illuminazione del Comune di Condino, si sono volute estendere le indagini anche alla natura ed alla consistenza delle parti meccaniche, con particolare riferimento al Grado di Isolamento della lampada, al tipo di sostegno e alle modalità di posa in opera, per evidenziare le situazioni più gravi sulle quali intervenire tempestivamente.

Si ribadisce fin d'ora e per una volta ancora che esula dai fini del presente documento l'analisi tecnico strutturale delle parti meccaniche dei componenti, per la quale si rimanda ad eventuali valutazioni in separata sede, che rimane sempre in capo al progettista che propone gli interventi di adeguamento, ristrutturazione, riqualificazione o di nuova costruzione degli impianti in argomento.

Il rilievo ha evidenziato una serie di corpi illuminanti molto diversi fra loro per forma e dimensioni e per tipo di posa in opera, installati ad altezze che variano da 1 a 7 mt. fuori terra, talvolta su palo, talvolta su sbraccio a muro, talvolta a sospensione e talvolta sottogronda.

Si distinguono pali dritti, rastremati, tronco conici rettilinei e curvilinei, in acciaio e paline in alluminio o materiale plastico di varia specie, distinti secondo l'epoca di realizzazione, e corpi illuminanti con Grado di Protezione non sempre definibile a causa soprattutto della loro vetustà.

#### **7.5. Tipologie apparecchi di illuminazione**

Le tipologie dei corpi illuminanti esistenti degli impianti comunali possono essere semplicemente così riassunte:

1. Corpi illuminanti stradali su palo o mensola di tipo stradale.
2. Corpi illuminanti da arredo urbano per illuminazione passaggi, parchi, ecc.
3. Corpi illuminanti stradali su palo per illuminazione parcheggi.

4. Corpi illuminanti di tipo residenziale per l'illuminazione di vicoli pedonali
5. Proiettori montati su palo

I pali sono del tipo rastremato diritto, con o senza mensola, di tipo curvo e con altezze variabili da 2,5 a 8 metri.

#### **7.6. Lampade**

Attualmente per l'impianto di illuminazione pubblica vengono utilizzate lampade al mercurio, al sodio ad alta pressione, ioduri metallici.

#### **7.7. Impianto di proprietà comunale**

Negli allegati è riportata la consistenza dell'impianto di illuminazione pubblica suddiviso per zona di intervento e area illuminotecnica omogenea. Nella tavole grafiche è riportato lo stato attuale dell'impianto la cui consistenza è rilevabile anche dal documento di sintesi. Il documento di sintesi riporta inoltre anche la situazione di progetto, raffrontabile con lo stato di fatto zona per zona, e il progetto di ampliamento dell'illuminazione pubblica.

#### **7.8. Abbagliamenti molesti, illuminazione intrusiva e inquinamenti luminosi**

Nel territorio comunale non esistono particolari situazioni di abbagliamenti molesti o di illuminazione intrusiva, anche da parte di privati, che a partire dall'adozione del seguente piano dovranno, se in difetto, adeguarsi alle prescrizioni della legge provinciale 16 del 2007.

#### **7.9. Sistema di distribuzione dell'energia**

Il sistema di distribuzione esistente dell'energia elettrica è ovunque di tipo TT a partire da punti di alimentazione, le linee di alimentazione e gli apparecchi di illuminazione sono in trifase con tensione nominale 230V. L'impianto viene quasi integralmente gestito da controlli di flusso che permettono una riduzione del flusso luminoso dopo la mezzanotte. Gli unici impianti non gestiti da regolatore di flusso sono riferibili ai quadri elettrici installati in zona industriale e in loc.Mon

Attualmente la distribuzione come progettata e realizzata non presenta particolari problemi. L'utilizzo di regolatori di flusso permette di ridurre notevolmente l'impegno energetico per l'illuminare le strade del territorio comunale.

#### **7.10. Considerazioni sullo stato di fatto**

Le operazioni peritali di rilievo dello stato di fatto degli impianti tecnologici di cui al presente documento, sono limitate a quelli di proprietà comunale a causa della oggettiva impossibilità di esperire indagini su proprietà privata in difetto di un'idonea autorizzazione a procedere in tal senso.

Ad esclusione degli aspetti legati agli inquadramenti geografico territoriale ed urbanistico architettonico, il rilievo si articola in 4 momenti distinti, che riguardano rispettivamente gli aspetti topografici, elettrotecnicici, illuminotecnici e meccanico strutturali degli impianti di illuminazione esterna.

Per tutto quanto non è stato possibile rilevare sui luoghi si è fatto riferimento alle informazioni ricevute dall'Amministrazione Committente e dal proprio personale dipendente, che è stato allo scopo messo a disposizione dello scrivente professionista.

## 8. ANALISI E PIANO

Per la stesura del piano, acquisito lo stato di fatto di tutti gli impianti di pubblica illuminazione, valutate le parti non conformi da adeguare, occorre delimitare le aree omogenee del comune e classificarne le strade in merito alla viabilità, il piano, poi, proseguirà con le scelte tecniche e progettuali degli interventi di adeguamento con la stesura delle linee guida.

### 8.1. Individuazione aree omogenee

Il territorio comunale urbanizzato può essere suddiviso secondo le seguenti aree omogenee principali:

- centro storico
- zone industriali/artigianali
- zone residenziali

La definizione delle aree omogenee ha come finalità l'adozione di particolari tipologie di apparecchi e di sostegni scelti dall'amministrazione comunale al fine di uniformare anche dal punto di vista estetico la rete d'illuminazione nell'ambito di interventi di trasformazione ed ampliamento. Definite le scelte estetiche dei componenti, le caratteristiche illuminotecniche saranno condizionate dalla tipologia specifica di via in relazione al traffico motorizzato presente.

Le aree omogenee da individuare in conformità con quanto verrà deciso dal Piano di Governo del Territorio (in fase di definizione) sono le seguenti:

Il Centro storico deve essere caratterizzato da un'illuminazione gradevole e rappresentativa, deve favorire la socializzazione e l'uso funzionale e ricreativo degli spazi aperti, la visione degli edifici di particolare pregio.

Le zone industriali/artigianali devono avere un'illuminazione funzionale al movimento dei veicoli, sicurezza delle persone e delle proprietà private.

Le zone residenziali devono essere caratterizzate da un'illuminazione che provveda alla sicurezza delle persone e delle proprietà private, che permetta un facile orientamento e riconoscimento degli ostacoli sui percorsi carrabili, ciclabili e pedonali; che crei un'atmosfera gradevole che favorisca l'uso degli spazi collettivi e di gioco; che eviti fastidiosi abbagliamenti e la penetrazione della luce nelle case.

Il territorio comunale ad esclusione delle aree precedentemente definite presenta connotazione di tipo abitativo/residenziale. Le aree verdi pubbliche devono avere un'illuminazione ridotta al minimo indispensabile per contenere l'impatto ambientale degli impianti, comunque da poter assicurare i requisiti di sicurezza delle persone.

### **8.2. Strade a traffico motorizzato**

Definite le aree omogenee, occorre ora determinare i requisiti di quantità e qualità dell'illuminazione stradale, dati fondamentali per la progettazione dell'impianto d'illuminazione in funzione della classe di appartenenza della strada, in relazione al tipo ed alla densità del traffico veicolare. Negli elaborati allegati alla presente sono riportati i modelli per la verifica di conformità alla legge provinciale 16 del 2007 via per via con allegate le verifiche illuminotecniche.

La procedura è individuata dalle seguenti Norme UNI:

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

Brevemente la procedura si può ricapitolare nel modo seguente:

- 1) Individuazione delle categorie illuminotecniche delle strade e quindi si individua la categoria illuminotecnica di riferimento;
- 2) Definizione della categoria illuminotecnica di progetto;
- 3) Definizione della categoria illuminotecnica di esercizio;

### **8.3. Classificazione delle vie**

Procediamo alla classificazione delle strade utilizzando le tabelle tratte dal prospetto 1a della Norma UNI 11248 con le indicazioni per la progettazione illuminotecnica delle varie tipologie delle strade, forniscono i riferimenti normativi per l'illuminazione delle strade con traffico motorizzato:

Le categorie sono così suddivise

- Categorie ME: riguardano i conducenti di veicoli motorizzati su strade che consentono velocità medio alte.
- Categorie CE: riguardano in conducenti di veicoli motorizzati, ma si riferiscono a zone di conflitto come strade in zone commerciali, incroci stradali di una certa complessità, rotonde e zone con presenza di coda; queste categorie si applicano anche a pedoni e ciclisti.
- Categorie S e A: riguardano pedoni e ciclisti su zone pedonali e piste ciclabili, corsie di emergenza ed altre zone della strada separate o lungo la carreggiata di una via di traffico, strade urbane, strade pedonali, aree di parcheggio, cortili scolatici ecc.
- Categorie ES: sono concepite come categorie complementari da utilizzare in zone della strada con un tasso di criminalità più alto del normale per l'individuazione di persone ed oggetti.

- Categorie EV sono categorie complementari concepite da utilizzare quando sulla strada sono presenti superfici verticali da individuare, come stazioni di pedaggio o zone di intersezione.

Nel documento di sintesi e negli allegati di verifica della rispondenza alla legge provinciale sono indicate le categorie delle singole zone e vie.

#### **8.4. Individuazione aree omogenee**

In esito ai rilievi ed alle misure illuminotecniche esperite sul territorio comunale si sono potute definire le cosiddette "Aree illuminotecnicamente omogenee", distinguendole per ciascun ambito, ovvero secondo il criterio della tipologia prevalente di sorgenti di illuminazione e di lampade per ogni contesto territorialmente definito. Ciò si è reso necessario per consentire l'esecuzione delle misure strumentali e per condurre opportune indagini circa la classificazione degli apparecchi, la natura e la consistenza dei corpi illuminanti in ciascuna zona individuata, e precisamente quelle di cui nel seguito:

AREA 1 CENTRO STORICO

AREA 2 ZONE RESIDENZIALI

AREA 3 STRADA PROVINCIALE

AREA 4 ZONE ARTIGIANALI/INDUSTRIALI

AREA 5 ZONE A DESTINAZIONE TURISTICA

AREA 6 PARCHI E ZONE PEDONALI

AREA 7 CENTRI SPORTIVI

L'analisi evidenzia una variegata tipologia di corpi illuminanti, di ottiche e di sorgenti luminose, impiegate promiscuamente nei diversi ambiti territoriali e contesti urbanistici apparentemente senza una logica precisa, a discapito dell'omogeneità dell'architettura, dell'uniformità dei valori di illuminamento e dell'efficienza del sistema di illuminazione.

La molteplicità di apparecchi impiegati si deve ai numerosi interventi di ampliamento e riqualificazione apportati in periodi diversi e fasi successive contestualmente all'esecuzione delle opere generali di urbanizzazione della zona, per le quali è senza dubbio mancata una regia comune ed un adeguato piano di coordinamento.

Si individuano pertanto corpi illuminanti nuovi e moderni assieme e più vecchi e datati, inidonei a garantire le condizioni di illuminamento richieste dalle attuali normative per i compiti visivi assegnati alle diverse strade, a causa sia della vetustà dei materiali che della tecnologica costruttiva di volta in volta proposta.

Nelle ultime realizzazioni sono stati introdotti apparecchi di illuminazione con fonte luminosa a LED. L'amministrazione intende utilizzare questo tipo di tecnologia anche negli adeguamenti futuri.

Le soluzioni adottate per l'illuminazione dell'abitato di Condino appaiono inadeguate dal punto di vista funzionale, normativo e di sicurezza delle persone e dei beni ancor prima che dagli aspetti afferenti il contributo all'inquinamento luminoso ed all'aggressione del "cielo buio".

Per tutti i sopraccitati motivi, gli impianti tecnologici in esame dovranno essere opportunamente adeguati attraverso l'attuazione delle norme di contenute nel presente documento di pianificazione.

### 8.5. Analisi illuminotecniche

Le modelli A e B allegati riportano valori di illuminamento rilevati a campione sul piano orizzontale per ciascuna area illuminotecnica omogenea, ovvero i valori di illuminamento E (lux) rilevati sul piano di calpestio a quota 0,00m, nei punti di una griglia stabilita di volta in volta, che in mancanza di un riferimento legislativo e normativo più preciso, si è ritenuta idonea allo scopo.

Al fine della valutazione della conformità alla Legge Provinciale n.16 del 3.10.2010, i dati rinvenuti sono stati elaborati secondo la metodologia di calcolo prevista all'Allegato D dell'Allegato I - Piano Provinciale – assumendo, per la determinazione dell'Area efficace, il valore medio della larghezza della strada con due carreggiate, esclusi eventuali spazi di manovra attigui o repentine rientranze per l'interferenza causata dagli edifici o dalle proprietà private.

L'analisi dei dati illuminotecnici ha evidenziato una situazione di palese e quasi totale NON conformità degli impianti esistenti rispetto ai limiti di inquinamento e risparmio energetico introdotti dalla L.P.16/07, per lo più a causa della diversità fra le tipologie di apparecchiatura utilizzate, ovvero per l'impiego di numerose lampade totalmente prive di elementi di schermatura della luce verso l'alto, e di un'inadeguata architettura del sistema tecnologico di illuminazione.

La maggior parte degli apparecchi illuminanti rinvenuti durante i rilievi sono, secondo la Classificazione introdotta dalla L.P.16/2007, di tipo "C", mentre un'altra fetta consistente è del tipo "B". Laddove non è stato possibile reperire le curve fotometriche degli apparecchi illuminanti, al fine di condurre la verifica secondo il metodo previsto dalla cosiddetta "soluzione calcolata" di cui al modello B dell'Allegato I – Piano Provinciale, si è proceduto assumendo dati caratteristici di apparecchi consimili.

Tutti i calcoli e le verifiche hanno dimostrato in molti casi la NON CONFORMITA' di diverse installazioni in ciascuna area illuminotecnica omogenea ai criteri di riduzione dell'inquinamento luminoso stabilito dal Piano Provinciale.

Per quanto riguarda invece la sicurezza delle persone e degli utenti delle strade si evidenzia che i valori di illuminamento rilevati in diverse aree, sono risultati insufficienti a garantire le prestazioni illuminotecniche previste dalla Classificazione UNI 11248.

Pertanto, si può asserire che, da un punto di vista illuminotecnico, l'impianto di illuminazione esterna del comune di Condino, per ritenersi adeguato alle mutate esigenze introdotte dalla nuova Legge Provinciale 16 di data 3 ottobre 2007, dovrà essere quasi totalmente ricostruito.

## 8.6. Analisi elettrotecniche

In seguito al rilievo delle caratteristiche tecniche degli impianti esistenti si è potuta analizzare la loro struttura, la natura e la consistenza dei cavi, dei quadri, dei dispositivi di protezione e delle apparecchiature di illuminazione, al fine di accertare lo stato di fatto e valutare l'efficienza energetica η dell'impianto in esame, secondo i criteri introdotti con la L.P.16/07.

Da un punto di vista elettrotecnico generale l'impianto di illuminazione pubblica del Comune di Condino non evidenzia particolari problematiche. Sostanzialmente l'impianto di illuminazione pubblica può essere adeguato mantenendo invariata l'infrastruttura esistente e sostituendo gradualmente gli apparecchi di illuminazione esistente con apparecchi di illuminazione in classe A

Si rinvengono ben 8 punti di fornitura dell'energia elettrica, per altrettanti quadri elettrici di distribuzione, dislocati sul territorio comunale, per alimentare soli 583 apparecchi di illuminazione.

Tale dato appare palesemente sproporzionato e del tutto inadeguato se lo si paragona al numero di circuiti elettrici e relativi cavi impiegati per la realizzazione di un sistema che deve distribuire complessivamente 64 kW per alimentare, come detto, 583 lampade.

I quadri elettrici non presentano particolari problematiche, e non sono stati riscontrati errori nel dimensionamento delle apparecchiature di protezione, con particolare riferimento alle caratteristiche di intervento degli interruttori magnetotermici per la protezione dei cavi dai c.to c.ti a fine linea.

Le misure elettriche non hanno evidenziato problematiche particolari, per quanto riguarda la sicurezza delle persone, ovvero hanno gli isolamenti di gran parte dei circuiti elettrici risultano adeguati, in molti casi non è stato comunque possibile verificare la continuità dell'impianto di terra.

Una cospicua parte dei corpi illuminati possiede involucri in Classe I, ovvero a semplice isolamento di protezione, mentre per la maggioranza delle apparecchiature tale dato è addirittura irrilevabile a causa della vetustà dei materiali.

I risultati delle misure elettriche non evidenziano Cadute di Tensione superiori al limite del 4% consentito dalle Norme CEI, le perdite energetiche per effetto Joule sui cavi si attestano mediamente su valori del 4-5%. L'utilizzo di regolatori di flusso permette altresì una notevole riduzione dei consumi nelle ore successive alla mezzanotte.

In conclusione l'impianto può essere adeguato pianificando gli opportuni interventi correttivi sostituendo gli apparecchi di illuminazione giacché i medesimi "poggiano" su un sistema infrastrutturale adeguato. Deve essere comunque prevista in fase progettuale la possibilità di ridurre al minimo le fonti di alimentazione ed il numero di quadri elettrici che alimentano i vari circuiti. Con l'introduzione futura delle fonte luminose a LED sarà anche possibile rimuovere i regolatori di flusso gestendo la riduzione del flusso luminoso con sistemi stand-alone in grado di gestire ogni singolo punto di illuminazione. La rimozione futura dei regolatori di flusso permetterà di eliminare punti deboli che in caso di guasto possono causare la messa fuori servizio di intere parti di impianto.

### **8.7. Analisi meccanica**

Le analisi dello stato di fatto degli elementi strutturali di quadri, cavidotti, plinti e corpi illuminanti condotte in forma sommaria e generale come precisato nella premessa, hanno evidenziato alcune situazioni meritevoli di attenzione per quanto riguarda la tenuta agli agenti atmosferici e più nello specifico agli sforzi statici e dinamici.

Si evidenziano le precarie condizioni di alcuni degli apparecchi di illuminazione, che appaiono privi di adeguati involucri atti ad assicurare la tenuta dagli agenti meccanici ed atmosferici, e inidonei a garantire un adeguato Grado di Isolamento dai fenomeni elettrici.

La verifica dei plinti di sostegno non evidenziato punti critici chiaramente una verifica più accurata deve essere svolta in fase di progettazione esecutiva degli interventi di adeguamento in quanto non è stato possibile verifica in molti casi lo stato del plinto di fondazione e della base del palo di sostegno.

### **8.8. Conclusioni dell'analisi**

In conclusione del capitolo di analisi dei dati rinvenuti durante le operazioni di rilievo si può asserire con certezza che gli impianti di illuminazione esterna del Comune di Condino risultano NON CONFORMI rispetto ai nuovi limiti dimensionali afferenti il risparmio energetico e la riduzione dell'inquinamento luminoso introdotti con la Legge Provinciale 16 del 03.10.2007.

Ciò è dovuto ad una serie di ragioni da ricercarsi nei diversi aspetti e contesti che caratterizzano il sistema tecnologico in servizio presso il Comune in esame già rappresentati nei precedenti capitoli della presente Relazione Tecnica.

Appare evidente da quanto emerso nei paragrafi precedenti che l'adeguamento per il Comune di Condino deve incentrarsi essenzialmente nella sostituzione degli apparecchi di illuminazione esistenti con apparecchi idonei in classe A con fonte luminosa a LED.

### **8.9. Intervento di adeguamento**

L'Intervento di adeguamento sull'impianto di pubblica illuminazione è imposto dalle prescrizioni di cui alla L.P: 16/2007, relativamente all'ottenimento dei seguenti risultati:

- Corpi illuminanti in grado di non avere emissioni del flusso luminoso verso l'alto.
- Lampade in grado di fornire una elevata efficienza luminosa ed una emissione che non disturba gli osservatori astronomici.
- Linee di alimentazione elettrica
- Quadri elettrici per la parzializzazione del flusso luminoso, con riduzione almeno del 30% dei livelli di illuminazione entro le ore 24.

Altro elemento normativo di riferimento è la già citata e sopra utilizzata, norma UNI 11248 relativa agli impianti di illuminazione delle strade con traffico motorizzato.

## 8.10. Scelte progettuali

Le scelte tecniche e progettuali per l'adeguamento dell'esistente e per la realizzazione di futuri impianti qui di seguito elencate, sono di carattere generale.

### 8.10.1. Intervento di adeguamento

Le scelte progettuali e tecniche relative a ciascun impianto di pubblica illuminazione, sia esso di nuova installazione o esistente, devono ispirarsi in maniera stringente alle disposizioni emanate dalla provincia autonoma di Trento.

Criteri generali e criteri aggiuntivi per aree omogenee:

- per gli apparecchi di tipo stradale già esistenti, che devono mantenere la loro posizione, la lampada deve essere recessa nel vano ottico superiore;
- impiegare lampade al sodio a alta o bassa pressione, agli alogenuri metallici tipo CDO-TT, a fluorescenza compatte, al sodio a luce bianca, LED purchè funzionali in termini di massima efficienza e minor potenza installata;
- elementi di chiusura trasparenti e piani, in materiale stabile antingiallimento;
- luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non superiore ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza.

Le modalità di adeguamento di tali impianti alle prescrizioni della LP 16/2007 dovranno essere di volta in volta definite ed in particolare seguendo le seguenti tracce:

- l'adeguamento degli impianti d'illuminazione esterna privati può essere attuato con opportuni schermi o con la sostituzione delle calotte di protezione;
- le lampade sostituite devono essere al sodio ad alta o a bassa pressione, alogenuri metallici tipo CDO-TT o LED;
- gli impianti d'ill. pubbl. ove non sia possibile, la variazione dell'inclinazione o la sostituzione delle calotte di protezione, devono essere adeguati mediante sostituzione degli apparecchi;
- per tutti gli impianti di illuminazione esterna esistenti alla data d'entrata in vigore della legge provinciale si può, in luogo dell'impiego di variatori di flusso, parzializzare l'impianto al 50% entro le 23:00 (24:00 ora legale);
- gli apparecchi d'illuminazione altamente inquinanti (globi, lanterne, sistemi a luce indiretta, ecc) esistenti, devono essere schermati ed in ogni caso essere dotati di dispositivi in grado di contenere e dirigere nell'emisfero l'intensità luminosa

Ove non fosse possibile attuare tali misure i corpi illuminanti vanno sostituiti.

- I nuovi impianti devono essere dotati di sole lampade al sodio alta o bassa Pressione, alogenuri metallici tipo CDO-TT o con fonte luminosa a LED.

Criteri generali e criteri aggiuntivi per impianti specifici:

Parcheggi, piazzali e piazze od altre superfici simili:

- preferibile l'impiego di lampade al sodio ad alta o bassa pressione;

- l'impianto deve essere dotato di apposito sistema di spegnimento o di riduzione della luminanza nei periodi di non utilizzo;
- l'installazione di torri faro, deve prevedere una potenza installata inferiore, a parità di luminanza delle superfici illuminate, a quella di un impianto con apparecchi tradizionali.

Centro storico e vie commerciali:

- i centri luminosi, in presenza di alberature, devono essere posizionati in modo da evitare che il flusso verso le superfici da illuminare sia intercettato dalla chioma;
- l'illuminazione del centro storico deve essere fatta preferibilmente con apparecchi posizionati sotto gronda o direttamente a parete.

Monumenti ed edifici:

- l'illuminazione deve essere preferibilmente di tipo radente, dall'alto verso il basso;
- solo per strutture con particolare sviluppo verticale. i fasci di luce possono essere orientati diversamente, rimanendo comunque almeno un metro al disotto del bordo superiore della superficie da illuminare ed in ogni caso entro il perimetro della stessa.
- deve essere previsto lo spegnimento parziale o totale o la riduzione di potenza entro le ore ventiquattro;
- l'impianto deve utilizzare ottiche in grado di collimare il fascio luminoso all'interno della sagoma dell'edificio stesso;
- per edifici privi di valore storico preferire lampade ad alta efficienza, come sodio alta pressione, prevedere comunque sistemi di spegnimento o riduzione;
- per le insegne, non dotate di propria illuminazione, il fascio luminoso deve esser rivolto dall'alto verso il basso; se non sono di indispensabile uso notturno devono essere spente dopo le ventitre (ventidue ora solare) o entro il relativo orario di chiusura.

Impianti sportivi:

- devono essere impiegate lampade ad alta efficienza ove ricorra la necessità di garantire un'alta resa cromatica è consentito l'uso di lampade agli alogenuri metallici;
- l'impianto deve essere dotato di apposito sistema di variazione della luminanza in relazione alle attività /avvenimenti (gare, allenamenti, ecc);
- i proiettori devono essere di tipo asimmetrico o con ottiche in grado di evitare la dispersione di flusso, installati con inclinazione tale da contenere la dispersione di luce al di fuori dell'area destinata all'attività sportiva.

Insediamenti industriali:

- per l'illuminazione dei piazzali, se effettuata con proiettori, questi devono essere installati mantenendo il vetro parallelo al piano orizzontale, per evitare la dispersione del flusso verso l'alto.
- L'illuminazione delle facciate dei capannoni deve essere effettuata dall'alto verso il basso, preferibilmente mediante installazione a facciata, mediante corpi illuminanti al Sodi Alta Pressione e potenza massima di 150W.

Nuovi Insediamenti Residenziali:

- Gli impianti di nuova formazione, dovranno essere oggetto di specifica progettazione elettrica ed illuminotecnica, nella quale si terrà conto delle prescrizioni contenute nel presente piano, con particolare riferimento alla tipologia dei punti luce assunti come tipici. Per l'illuminazione dei giardini, percorsi pedonali, etc, di proprietà privata si raccomanda l'impiego di corpi illuminanti che utilizzano lampade ad alto rendimento le che non disperdano il flusso verso l'alto.

#### **8.10.2. Classi di protezione e classi di isolamento**

I corpi illuminanti devono avere i seguenti gradi di protezione minimi:

vano alimentatore IP43;

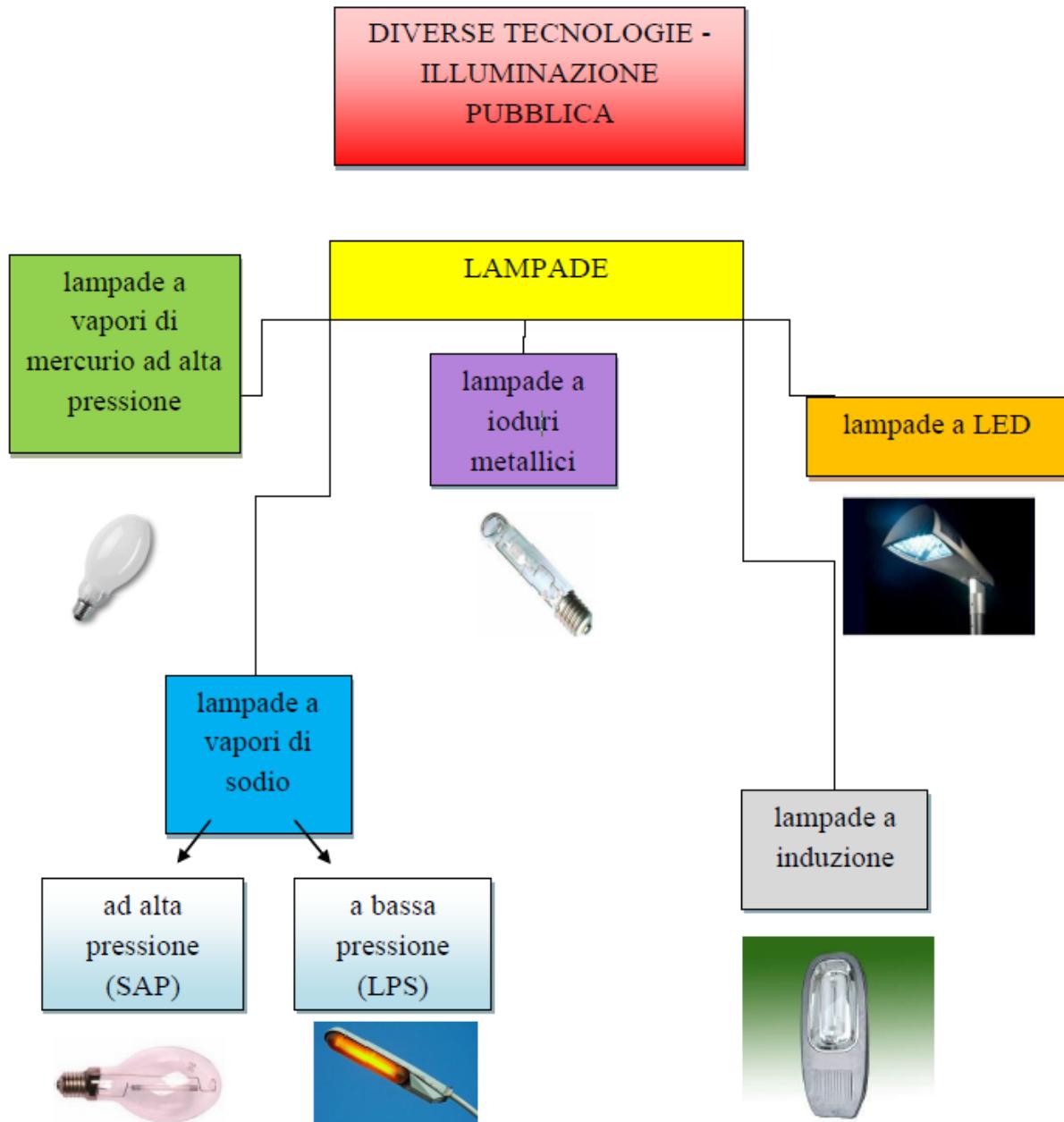
vano lampada: IP65.

Al fine di rallentare la riduzione del flusso luminoso uscente dall'apparecchio in modo che non scenda al disotto del 60% del valore iniziale.

Tutti i nuovi corpi illuminanti devono essere in classe II.

Per i corpi illuminanti impiegati nell'ambito di rifacimenti o adeguamenti è ammesso l'impiego di apparecchi in classe I, purchè il conduttore di protezione sia distribuito.

### 8.10.3. Caratteristiche delle fonti luminose



Il tipo di lampada impiegato all'interno di un corpo illuminante definisce le caratteristiche delle sorgente luminosa, di conseguenza la scelta della lampada deve essere in accordo al compito visivo della zona da illuminare ed alle eventuali prescrizioni illuminotecniche nel caso si tratti di strade motorizzate.

Le caratteristiche principali di una lampada sono:

- flusso luminoso
- efficienza luminosa (lm/W)
- temperatura di colore e resa cromatica
- forma e dimensioni

- posizione di funzionamento
- tempo che la lampada impiega per andare a regime dopo l'accensione
- tempo necessario per la accensione a caldo
- durata di vita
- decadimento del flusso luminoso e della sua durata di vita in funzione degli sbalzi o regolazioni della tensione.

Le sorgenti luminose devono avere caratteristiche tali da ridurre l'inquinamento luminoso ed il consumo energetico, sempre nel rispetto dei requisiti illuminotecnici, relativi a ciascuna zona o strada a traffico motorizzato, che tutelano la sicurezza del traffico delle persone e del territorio.

Nel caso esistano particolari necessità architettoniche relativamente ad edifici o monumenti di pregio è ammesso l'impiego di lampade agli ioduri metallici a tecnologia ceramica.

A tal proposito si sottolinea che il ruolo dell'illuminazione di un monumento storico non è quello di evidenziarne eccessivamente l'immagine con forti livelli d'illuminamento isolandolo dal contesto circostante, bensì quello di creare un legame armonioso ed architettonico con tale contesto.

La scelta delle sorgenti luminose è fondamentale in quanto da questa discendono le caratteristiche illuminotecniche conseguenti, oltre agli aspetti economici relativi all'utilizzo dello specifico tipo di lampada.

A maggior chiarezza dei termini tecnici riguardanti le terminologie sulle lampade che si intendono utilizzare, alleghiamo il seguente glossario:

### **Glossario**

**Flusso Luminoso:** E' la quantità di energia luminosa emessa nello spazio da una sorgente per unità di tempo, il flusso è identificato dal simbolo  $\Phi$  e la sua unità di misura è il lumen (lm)

**Intensità luminosa:** E' la quantità di luce (I) emessa da una sorgente puntiforme che si propaga in una determinata direzione. Tale intensità viene definita come il quoziente del flusso  $\Phi$  emesso in una certa direzione in un cono di angolo solido unitario  $\omega$  da cui  $I = d\Phi/d\omega$ , la sua unità di misura è la candela (cd).

**Temperatura di colore:** E' la mescolanza in giusta misura di diversi colori, viene misurata in gradi Kelvin ed è fondamentale per la scelta e l'installazione degli apparecchi illuminanti.

**Illuminamento:** E' il numero con cui si procede con la progettazione illuminotecnica con questo numero è possibile valutare la quantità di luce che emessa da una sorgente è presente su una superficie, in pratica è quello che ci permette di vedere più o meno bene in ambiente notturno, ed è pari al rapporto tra il flusso luminoso incidente ortogonalmente su una superficie e l'area della superficie che riceve il flusso; l'unità di misura il lux (lx) in pratica lumen su metro quadro.

**Luminanza:** Quando la sorgente luminosa non è puntiforme bisogna introdurre il concetto che valuti la quantità di energia luminosa emessa da una superficie che emetta luce propria o che la rifletta. La grandezza fotometrica così introdotta è la Luminanza (L) e la sua unità di misura è la candela su metro quadro (cd/m<sup>2</sup>), la relazione fondamentale è data da  $L = dI\alpha/dA \times \cos\alpha$

Dove A è l'area della sorgente diretta/indiretta e cosa è il coseno dell'angolo compreso tra l'occhio dell'osservatore e la retta perpendicolare alla superficie della nostra sorgente.

**Resa cromatica:** La resa dei colori o resa cromatica è una valutazione qualitativa sull'aspetto cromatico degli oggetti illuminati dalle nostre sorgenti, l'indice Ra che si trova nei cataloghi delle lampade più è elevato e più la resa cromatica è elevata.

#### 8.10.4. Vantaggi economici

Per conseguire il risparmio energetico si ricorre, in primo luogo, alla sostituzione dei corpi illuminanti, generalmente con il seguente criterio:

Potenza Nominale Lampada (W)	Potenza dissipata dagli accessori (W)	Potenza dissipata dagli accessori (%)	Flusso luminoso (lm)	Efficienza luminosa (lm/W)
<b>VAPORI DI MERCURIO</b>				
80	18	22,5%	3.500	36
125	25	20%	6.000	40
250	35	14%	12.000	42
<b>IODURI METALLICI</b>				
70	15	21,5%	5.600	66
100	20	20%	8.000	67
150	28	19%	12.500	70
250	30	12%	21.750	78
<b>SODIO AD ALTA PRESSIONE</b>				
70	15	21,5%	6.000	71
100	20	20%	9.175	76
150	28	19%	15.150	85
<b>TECNOLOGIA A LED</b>				
36	4	11%	3.200	80
50	6	12%	4.810	86
63	8	12,50%	6.350	89
79	10	12,50%	7.900	89
95	13	14%	9.415	87
<b>A INDUZIONE</b>				
40	4	10%	2.800	64
80	6	7,5%	6.000	70
120	6	5%	9.400	75
150	7	5%	11.800	75

- in luogo delle lampade a Vapori di mercurio (, lampada Hg) da 80 W/3.500 lumen e 125 W/6.000 lumen, si installano rispettivamente lampade con un efficienza luminosa superiore a 70lm/W;

Il livello di illuminamento, in conseguenza dell'efficienza delle lampade scelte, aumenta del 35% rispetto al vecchio impianto a lampade di mercurio.

In secondo luogo, l'installazione di sistemi punto-punto o di tipo centralizzato per la riduzione del flusso luminoso entro le ore 24.

### 8.10.5. Sostegni

Nella tabella seguente sono indicate le varie tipologie di pali ammesse per il comune in oggetto, suddivise in base all'altezza totale da utilizzare.

Tutti i pali saranno dotati delle tre lavorazioni standard alla base del palo (entrata cavi, attacco m.a.t., asola per morsettiera) per il collegamento elettrico a norma.

ALTEZZA	MATERIALE	FORMA	SPESSORE MINIMO	TRATTAMENTO SUPERFICIALE
<b>Fino a 5m totali</b>	Lamiera d'acciaio S235JR – EN10025	conico	3mm	Zincatura a caldo (UNI EN 40 – ISO1461)
	Lamiera d'acciaio EN12219/2 – ISO4200 S235JRH – EN10219/1	rastremato	3mm	Zincatura a caldo (UNI EN 40 – ISO1461)
<b>Fino a 7m totali</b>	Lamiera d'acciaio S235JR – EN10025	conico	4mm	Zincatura a caldo (UNI EN 40 – ISO1461)
	Lamiera d'acciaio S235JRH – UNIEN10219/1	rastremato	4mm	Zincatura a caldo (UNI EN 40 – ISO1461)
<b>Oltre i 7m totali</b>	Lamiera d'acciaio (S235JR – EN10025)	conico	4mm	Zincatura a caldo (UNI EN 40 – ISO1461)
	Lamiera d'acciaio S235JRH – UNIEN10219/1	rastremato	4mm	Zincatura a caldo (UNI EN 40 – ISO1461)

L'altezza dei pali nelle disposizioni unilaterali dei centri luminosi deve essere compresa nel rapporto variabile tra 0,8 e 1,2 la larghezza media della carreggiata e tra 0,8 e 1,6 in presenza di parcheggi perpendicolari all'asse della strada.

Nel caso questi rapporti non siano ottenibili con disposizioni unilaterali devono essere utilizzate disposizioni bilaterali o centrali.

Sono ammessi pali con altezze diverse di tipo ornamentale.

Se le necessità di uniformità per strade ad alto traffico, o condizioni particolari richiedessero altezze maggiori, i valori indicati possono essere aumentati fino al raggiungimento delle soglie minime richiesta dai requisiti illuminotecnici.

Gli apparecchi d'illuminazione devono essere montati, ove possibile, testa palo. I pali con braccio sono ammessi nei seguenti casi:

- in presenza di alberature per consentire all'apparecchio di sporgere dalle chiome;
- quando il palo per motivi di sicurezza e di conformazione particolare della sezione stradale deve essere posizionato lontano dalla carreggiata;

Nel caso in cui i pali venissero verniciati, i colori saranno definiti secondo definiti dalla consuetudine del paese; colori diversi saranno ammessi per i pali decorativi, per i supporti storici o dove il colore partecipa in modo significativo al progetto dello spazio aperto. E' vietata l'installazione di armature stradali e proiettori su supporti storici.

E' vietato utilizzare i fusti ed i bracci dei lampioni come supporto di qualsiasi oggetto che non sia il proprio apparecchio d'illuminazione; è ammessa l'installazione di accessori progettati appositamente per integrarsi al disegno dei fusti e dei bracci, in deroga possono essere installate telecamere per il controllo della pubblica incolumità, o prese per le luminarie.

#### **8.10.6. Corpi illuminanti**

Tutti i corpi illuminanti stradali scelti, presentano le seguenti caratteristiche comuni:

- a) Struttura in fusione di alluminio, per garantire la massima durata e la resistenza meccanica adeguata a resistere alle sollecitazioni della grandine.
- b) Cablaggio in esecuzione doppio isolamento (Classe 2) sia per conseguire la protezione contro i pericoli derivanti alle persone dai contatti indiretti, sia per conseguire una più elevata continuità del servizio di illuminazione in conseguenza della eliminazione della possibilità di guasti a terra.
- c) Prestazioni illuminotecniche in grado di rispettare le prescrizioni derivanti dalla LP 16/2007 sia per quanto riguarda il contenimento della dispersione del flusso luminoso verso l'alto, sia per rispettare l'indicazione di utilizzare ottiche ad alto rendimento.

Nelle tavole di progetto e nel documento di sintesi sono indicate le tipologie degli apparecchi di illuminazione.

#### **8.10.7. Protezione degli impianti**

La protezione contro i pericoli derivanti da contatto diretto, deve essere ottenuta mediante le seguenti misure di protezione, secondo quanto indicato dalla Norma CEI 64-8:

La protezione dai contatti diretti sarà effettuata utilizzando involucri o barriere apribili solo mediante chiave od attrezzo, previo sezionamento delle parti attive.

La protezione dai contatti indiretti sarà conseguita nei tratti di impianto nuovi od oggetto di adeguamento, mediante la realizzazione in Classe 2 di isolamento di tutti gli elementi di impianto: cavi, derivazioni, corpi illuminanti.

Per i tratti da adeguare, quale protezione addizionale, si richiede l'impiego di interruttori differenziali, combinati con la messa a terra dei sostegni e dei corpi illuminanti.

Nell'ambito della formazione dei nuovi impianti con isolamento in classe II, sarà comunque installata la protezione differenziale a monte della linea.

Le protezioni differenziali di nuova installazione dovranno risultare del tipo con autoripristino: tali protezioni all'atto della rilevazione del guasto verso terra sezionano il circuito mediante apposito relè, successivamente la protezione effettua almeno 3 cicli di verifica di assenza del guasto sulle linee ed in caso negativo provvede a ripristinare la funzionalità dell'impianto mentre in caso positivo interviene sulla bobina di apertura dell'interruttore generale e seziona definitivamente l'impianto. Tali dispositivi differenziali garantiscono la massima continuità di servizio dell'impianto. Dovrà inoltre, ove l'importanza delle dorsali principali lo richieda, essere adottata la tecnica di inserire protezioni distinte per le varie linee

in uscita al fine di ottenere maggiore selettività di intervento oltre ad una maggiore facilità nell'individuare eventuali guasti.

#### **8.10.8. Posa delle linee elettriche**

I cavi utilizzati saranno adatti alla posa interrata, generalmente del tipo FG7R 0,6/1kV.

I circuiti esistenti sono generalmente costituiti con formazione:

Trifase + Neutro con regolatore di flusso

Derivazioni

Le derivazioni entro pozzetto per l'alimentazione dei singoli punti luce sarà realizzata mediante l'impiego di apposite muffole con caratteristiche tali da poterne certificare il mantenimento della Classe II di isolamento.

I cavi utilizzati saranno adatti per la posa interrata, saranno del tipo FG7R 0,6/1kV. I circuiti esistenti di installazione più vecchia sono generalmente costituiti con formazione: Fserale+Fnotturna+Ncomune, tale configurazione dovrà essere sostituita nella formazione Trifase con Neutro con regolazione del flusso.

Per i circuiti destinati all'alimentazione mediante gruppi riduttori del flusso luminoso, si richiede che questi mantengano la formazione a 4 fili sopra indicata con protezioni distinte per le due dorsali.

I cavi devono essere dimensionati in modo da rispettare quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8 in merito alla portata di ciascun cavo alla corrente d'impiego e alla limitazione della caduta di tensione sui circuiti terminali.

I cavi sono generalmente posati entro tubazione interrata, ad una profondità di almeno 0,5m, con una protezione meccanica supplementare. Lungo la tubazione devono essere predisposti pozzetti d'ispezione in corrispondenza delle derivazioni, dei centri luminosi e dei cambi di direzione in modo da facilitare la posa e rendere l'impianto sfilabile ed accessibile per riparazioni o ampliamenti.

I cavi posati entro tubo o condotto devono rispettare delle distanze di sicurezza dai gasdotti come stabilito dal DM24/11/84.

Per gli interventi di nuova urbanizzazione o integrazione/rifacimento aree esistenti, le reti di distribuzione devono essere realizzate secondo le prescrizioni della norma CEI 11-47.

#### **8.10.9. Derivazioni**

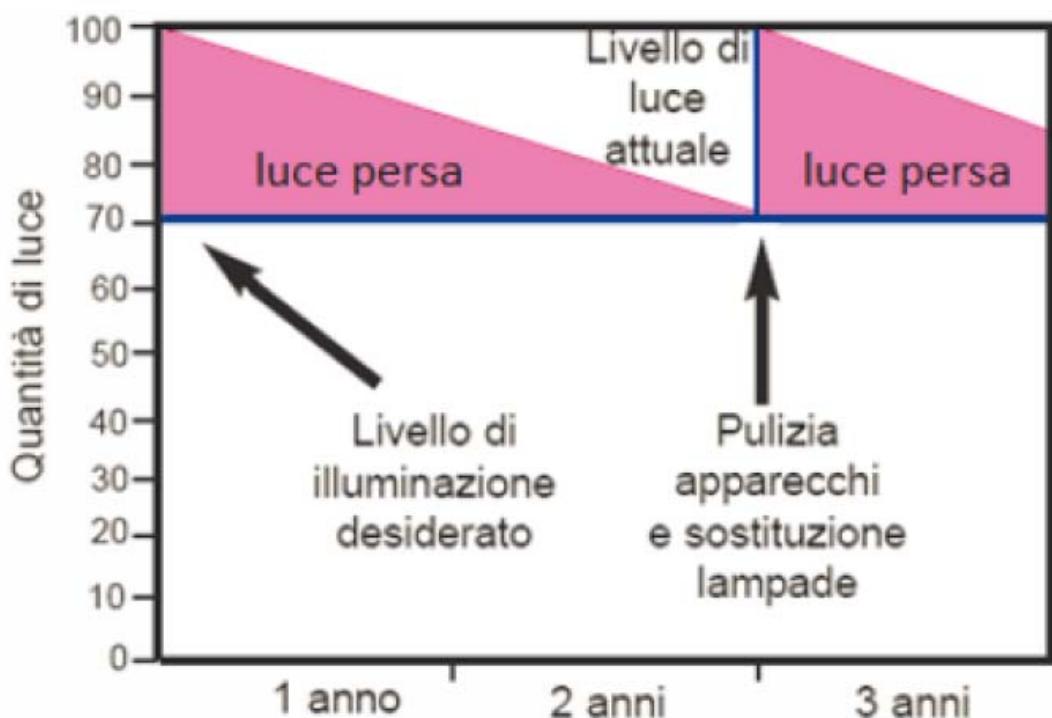
La realizzazione della derivazione dalla dorsale principale può essere effettuata in due modi:

- entro pozzetto mediante dispositivi in grado di mantenere la Classe 2 di isolamento
- entro palo, mediante idonee morsettiera in grado di mantenere la Classe 2 di isolamento

Il cavo di derivazione che alimenterà il corpo illuminante sarà realizzato con cavo FG7R (unipolare) 0,6/1kV sezione 2,5mmq.

#### 8.10.10. Gestione degli impianti

Oggi la maggior parte degli impianti di illuminazione pubblica sono realizzati in modo da fornire delle prestazioni costanti per tutta la durata del loro funzionamento. Difficilmente sono installati dei sistemi che permettono la gestione, in tempo reale o per intervalli di tempo, dei parametri illuminotecnici. Generalmente un impianto di illuminazione pubblica è progettato per fornire un flusso luminoso superiore alle effettive esigenze dell'area illuminata. Infatti, la maggior parte delle lampade, per ragioni tecniche e normative, produce una quantità di luce in eccesso fino al 30-35%. La luce in eccesso è necessaria per ovviare al fenomeno di decadimento del flusso luminoso e rispettare, in questo modo, le prescrizioni della normativa vigente che prevede che la lampada, anche alla fine della propria vita utile, mantenga, comunque, a seconda del contesto in cui è installata, un determinato standard di luminosità.



Generalmente, quindi, la lampada emette un 30% di luce in più e, pertanto, la quantità di luce desiderata è emessa da una sorgente luminosa solo alla prima della nuova pulizia degli apparecchi e la sostituzione delle lampade. Una corretta manutenzione degli apparecchi assieme alla sostituzione programmata delle lampade permetterebbe di massimizzare i risparmi energetici. Per ottimizzare, invece, la gestione del flusso luminoso di un impianto di illuminazione si può far ricorso a varie tecnologie esistenti sul mercato che agiscono principalmente sulla accensione-spegnimento, stabilizzazione e regolazione del flusso luminoso e della tensione di alimentazione delle lampade.

L'accensione e lo spegnimento di un impianto di illuminazione deve avvenire in maniera tempestiva per ottimizzare l'utilizzo della luce diurna. La corretta gestione di un tale aspetto, costituisce una forte fonte di risparmio, che deve essere affrontata con alte competenze e con l'adozione delle opportune apparecchiature tecnologiche. La gestione dell'accensione dell'impianto va regolata in relazione all'intervallo di tempo in cui il sole si trova tra 0° e 6° sotto l'orizzonte e la linea stessa dell'orizzonte, quello che è definito dalla normativa il "crepuscolo civile". La "durata del crepuscolo civile" in un determinato luogo dipenderà dalle ore in cui il sole sorgerà e tramonterà (principalmente dalla latitudine, dalla longitudine e dal giorno dell'anno). La scelta di quando accendere o spegnere l'impianto è inevitabilmente influenzata anche dalla morfologia del territorio (pianura, collina, montagna) e in generale dai bisogni della comunità. E' perciò fondamentale che la scelta del gestore ricada sull'accensione degli impianti alla fine del "crepuscolo civile" in modo da ottimizzare al massimo l'equilibrio tra il flusso luminoso naturale e quello artificiale. Il dispositivo di comando che regola l'accensione e lo spegnimento si trova all'interno dei quadri elettrici di distribuzione che sono i comandi di un impianto di illuminazione. Nei quadri, inoltre, sono installati anche gli interruttori di protezione delle linee elettriche e il contatore di energia.

Per il dispositivo di comando, il tecnico ha a disposizione 3 apparecchiature tecnologiche:

- 1 Il timer, dispositivo che ad intervalli di tempo costanti accende e spegne l'impianto. Il limite di una tale scelta tecnologica è la modifica settimanale degli orari di accensione e spegnimento dovuta alla variazione stagionale.
2. L'interruttore astronomico, dispositivo dotato di comandi automatici per l'accensione e lo spegnimento in funzione delle coordinate di longitudine e di latitudine del luogo dell'impianto di illuminazione, calcolando il preciso istante in cui il sole sorge e tramonta.
3. L'interruttore crepuscolare, dispositivo dotato di una sonda, posizionata esternamente, che misura l'intensità luminosa e di un regolatore del livello luminoso individua l'intervallo di tempo in cui accendere e spegnere l'impianto. Il forte limite di tale dispositivo è che le polveri depositandosi sulla sonda ne impediscono il corretto funzionamento. Tale interruttore è il più usato, ma anche il più soggetto a malfunzionamenti.

Il corretto funzionamento delle sorgenti luminose, indispensabile per incrementare la durata e l'efficienza del flusso luminoso, prevede una alimentazione con tensione non superiore al 5% del valore nominale. Troppo spesso, però, nella realtà si registrano valori di tensione più elevati, dovuti a variazioni di carico stagionali o giornaliere e all'ente erogatore. La stabilizzazione della tensione di alimentazione è centrale per la durata, l'invecchiamento e l'obsolescenza delle lampade e della qualità del flusso luminoso. Questo permette di ridurre l'usura della lampada e quindi allungarne la vita utile, riducendo di conseguenza i costi di manutenzione, sostituzione e smaltimento. Un ulteriore beneficio nello stabilizzare la tensione di linea è

il risparmio energetico, quantificabile in un 5-7% circa. I regolatori di flusso, tecnologia ormai consolidata, si utilizzano per la regolazione e la stabilizzazione della tensione di alimentazione.

L'utilizzo di tali apparecchiature comporta i seguenti vantaggi:

- risparmio dell'energia consumata dovuto alla stabilizzazione della tensione durante il funzionamento a regime normale e alla riduzione del flusso luminoso nelle ore notturne. La riduzione dei consumi, in funzione del tipo di lampada e delle condizioni dell'impianto, può variare dal 20% al 50%;
- riduzione dei costi di gestione, manutenzione e di smaltimento, in quanto stabilizzando la tensione si riduce l'invecchiamento delle lampade.

I regolatori tra l'altro non necessitano di manutenzione particolare, eccetto i consueti controlli visivi; le riparazioni possono essere effettuate da personale addestrato, ma non specializzato;

- elevata sicurezza degli utenti, perché grazie all'ottimizzazione e all'uniformità del livello di illuminamento si riducono le zone di ombra;
- riduzione dell'inquinamento luminoso grazie alla diminuzione di luminanza del manto stradale;
- facilità di installazione nei sistemi di illuminazione preesistenti.

L'illuminazione stradale è il settore di maggior interesse per l'applicazione di tali sistemi. Da diversi studi effettuati, infatti, è emerso che di tutte le ore notturne solo 3-4 ore sono interessate da traffico intenso mentre per le restanti il flusso veicolare si riduce col passare del tempo. Nelle ore a minor traffico è possibile, sempre in ottemperanza alle vigenti leggi, tra cui il Codice della Strada, ottimizzare il flusso luminoso e quindi ottenere un risparmio di energia con l'installazione dei regolatori di flusso, che è un'alternativa alla più diffusa tecnica dello spegnimento alternato delle lampade, che ha l'inconveniente di illuminare in modo discontinuo lo spazio, aumentando la pericolosità. Inoltre, escludendo le sole lampade a scarica a vapori di mercurio ad alta pressione, le altre lampade a scarica utilizzate nell'illuminazione pubblica possono essere sottoalimentate fino al 50% senza particolari problemi, con le lampade al sodio, infatti, si può ottenere un risparmio energetico attorno al 50 %. In generale si distinguono tre famiglie di regolatori di flusso:

1. i regolatori con reattore ferromagnetico biregime
2. i regolatori centralizzati di tensione
3. gli alimentatori elettronici dimmerabili.

Queste tecnologie comportano entità di risparmio energetico in relazione alle modalità di funzionamento (quante ore in riduzione, per quanti giorni l'anno). I reattori ferromagnetici tradizionali non sono in grado di filtrare e rimodulare i parametrici elettrici in ingresso ma inviano alla lampada gli stessi sbalzi di tensione che arrivano dalla rete di distribuzione di energia elettrica. In questo modo la lampada non mantiene pressoché mai una potenza costante passando continuamente da una tensione ad un'altra. Inoltre, tali reattori assorbono fino al 15% della potenza della lampada che devono alimentare. Per migliorare le performance energetiche e per allungare la vita media delle lampade sono state sviluppate due tipologie di apparecchi che servono per regolare la potenza e il flusso delle lampade: gli alimentatori elettronici dimmerabili e i regolatori centralizzati di tensione. I regolatori centralizzati consentono di stabilizzare la tensione e, quindi, di allungare la vita media delle lampade, e permettere un significativo risparmio

energetico. Con l'utilizzo di tali regolatori si può ottenere una riduzione del 5-7% della potenza nominale assorbita. I regolatori centralizzati hanno anche la funzione di regolazione del flusso luminoso riducendo la tensione di alimentazione delle lampade attorno ai valori desiderati. È una tecnologia consolidata e permette di ottenere buoni risultati con una spesa contenuta. Elemento di forza dei regolatori di flusso centralizzati è la possibilità di installarli all'interno dei quadri elettrici preesistenti, indipendentemente dalle lampade alimentate. Hanno però dei limiti:

- gli impianti soffrono spesso di cadute di tensione a fine linea piuttosto marcate, soprattutto in impianti di illuminazione pubblica già esistenti e con linee piuttosto lunghe, ciò provoca lo spegnimento delle lampade installate a fine linea;
- non agiscono sul singolo punto luce ma sull'intero tratto, o tratti, di strada; la gestione è generalizzata alle linee collegate al quadro di comando.

Gli alimentatori (o regolatori) elettronici regolano il flusso direttamente sul punto luce tramite un ballast elettronico, è, quindi, possibile differenziarla non solo per tratti di strada ma anche all'interno del singolo tratto. Questi dispositivi, sviluppati negli ultimi anni:

1. sostituiscono gli attuali gruppi ausiliari (accenditore, reattore e condensatore) svolgendo le funzioni caratteristiche con un solo componente, con il grosso vantaggio di eliminare le perdite del reattore ferromagnetico, che corrispondono fino al 15% dell'energia assorbita da ogni lampada;
  2. svolgono le funzioni di stabilizzazione e di riduzione della potenza quando è necessario e consentito;
  - 3 funzionano anche in presenza di significativi sbalzi termici, che costituiscono la sollecitazione principale per i circuiti elettrici. All'accensione, l'alimentatore aumenta gradualmente il valore di potenza assorbita dalla lampada, che poi si stabilizza durante il periodo di normale funzionamento. Questo permette di eliminare eventuali shock di sovraccorrente all'accensione e sbalzi di tensione durante il funzionamento;
- Il limite di questa tecnologia è costituito da un elevato costo di mercato.

#### **8.10.11. Ottimizzazione dei contratti di fornitura**

Molto spesso si verifica che i contratti di fornitura di energia elettrica non ricevono particolare attenzione da parte dell'Amministrazione pubblica. Invece, con la liberalizzazione del mercato dell'energia elettrica, gli utenti finali possono accedere a diverse soluzioni contrattuali offerte e quindi è opportuno analizzare le condizioni economiche proposte dal mercato al fine di ridurre i costi in bolletta. Esiste la possibilità, ad esempio, di stipulare contratti che permettono di acquistare energia elettrica a prezzi bassi consumandola entro certi vincoli, che possono essere di quantità, di orario, o entrambi abbinati. Contestualmente a questa opzione va anche valutata la possibilità di risparmiare l'onere delle accise, imposte che, com'è risaputo, incidono in modo significativo sul costo energetico. Vi sono, infatti, diversi fornitori che consentono di risparmiare questa componente in funzione dell'utilizzo di energia prodotta da fonti rinnovabili. Quelle elencate sono solo alcune delle opportunità presenti oggi sul mercato.

### 8.11. Norme di attuazione del piano

La presente parte della Relazione tecnica illustrativa costituisce “Norma di Attuazione” del P.R.I.C. di Condino.

Alla medesima si dovrà sempre fare riferimento per quanto riguarda le valutazioni, le progettazioni, le autorizzazioni afferenti gli impianti di illuminazione esterna, siano essi di nuova costruzione o esistenti, da modificare, ampliare o riqualificare, ovvero siano di proprietà pubblica o privata.

I dati dimensionali descritti nel prossimo Capitolo, rappresentano il limite dimensionale entro il quale devono essere valutati, progettati ed eseguiti gli impianti di illuminazione esterna, con particolare riferimento alla natura e conoscenza delle apparecchiature, alla forma ed alla geometria del sistema, alle prestazioni illuminotecniche che dovranno garantire, in stretto riferimento al compito visivo assegnato a ciascun ambito giusta la Norma UNI 11248.

Allo scopo vengono definite le “Aree Illuminotecnicamente omogenee di Piano”, ovvero quelle porzioni del territorio comunale che sono definibili con confini precisi divisi per geometria territoriale, destinazione urbanistica, contesto architettonico, ambito socio culturale, o altro, entro le quali saranno uniformati la tipologia dei corpi illuminanti, le sorgenti di luce e le prestazioni illuminotecniche richieste.

Allo scopo le Norme di attuazione definiscono i valori di Luminanza Lm (Cd/mq) per le aree a traffico vicolare, e di Illuminamento Em (lx) per le zone di conflitto e le aree in genere pedonali, i coefficienti di abbagliamento debilitante Ti, e di illuminazione di contiguità SR, ovvero i divieti all'utilizzo di talune sorgenti di illuminazione a favore di altre più energeticamente ed illuminotecnicamente più performanti.

Per quanto riguarda gli interventi individuati al fine dell'adeguamento dell'impianto di illuminazione esterna esistente, vi è da precisare che i medesimi saranno ricompresi nel Piano Provinciale di Intervento e pertanto verranno finanziati dalla provincia Autonoma di Trento nella misura e nella forma che l'Agenzia per L'energia APE disporrà in seguito ad una propria programmazione.

Il P.R.I.C. propone un Piano Programmatico degli interventi di adeguamento secondo l'urgenza determinatasi sulla scorta dei disposti del Allegato I Piano Provinciale della L.P.16/07, al quale si dovrà sempre fare riferimento per quanto non espressamente menzionato nelle presenti Norme di Attuazione del P.R.I.C..

### 8.11.1. Caratteristiche tecniche minime apparecchi di illuminazione

#### Apparecchi di illuminazione posti sul lato della strada

Gli apparecchi d'illuminazione impiegati per illuminazione stradale in installazioni a lato della strada devono avere, oltre alla marcatura CE, almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP65
IP vano cablaggi	IP43
Spread	$35^\circ \leq \gamma_{90^\circ} \leq 60^\circ$
Throw	$55^\circ \leq \gamma_{\max} \leq 70^\circ$
SLI	$> 4$
Classe intensità luminosa	$> G3$

il soddisfacimento delle caratteristiche di cui sopra deve essere verificato tramite mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante o una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme EN 13032 e UNI 11356 e s. m. e i., più le eventuali parti seconde applicabili, emessi da un laboratorio di prova accreditato o da un laboratorio operante sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente, e consenta di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della marcatura CE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547 e s. m. e i. Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1 & EN 61347-2-13 & EN 62384 e s. m. e i.). Il possesso di certificazione ENEC emessa da un ente terzo indipendente costituisce mezzo di presunzione di conformità

#### Apparecchi di illuminazione posti al centro della strada

Gli apparecchi d'illuminazione impiegati in installazioni al centro della strada devono avere, oltre alla marcatura CE, almeno le seguenti caratteristiche:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP65
IP vano cablaggi	IP43
Spread	$\gamma_{90^\circ} \leq 40^\circ$
Throw	$55^\circ \leq \gamma_{\max} \leq 65^\circ$
SLI	$> 4$
Classe intensità luminosa	$> G3$

il soddisfacimento delle caratteristiche di cui sopra deve essere verificato tramite mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante o una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme EN 13032 e UNI 11356 e s. m. e i., più le eventuali parti seconde applicabili, emessi da un laboratorio di prova accreditato o da un laboratorio operante sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente, e consenta di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della marcatura CE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547 e s. m. e i. Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1 & EN 61347-2-13 & EN 62384 e s. m. e i.). Il possesso di certificazione ENEC emessa da un ente terzo indipendente costituisce mezzo di presunzione di conformità

#### Apparecchi d'illuminazione per percorsi ciclopedonali

Gli apparecchi d'illuminazione impiegati per illuminazione di tratti ciclopedonali devono avere, oltre alla marcatura CE, almeno le seguenti prestazioni:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP65
IP vano cablaggi	IP43
Spread	$\gamma_{90} \leq 40^\circ$
Throw	$60^\circ \leq \gamma_{\max} \leq 70^\circ$
SLI	$\geq 4$
Classe intensità luminosa	$\geq G2$

il soddisfacimento delle caratteristiche di cui sopra deve essere verificato tramite mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante o una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme EN 13032 e UNI 11356 e s. m. e i., più le eventuali parti seconde applicabili, emessi da un laboratorio di prova accreditato o da un laboratorio operante sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente, e consenta di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della marcatura CE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547 e s. m. e i. Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1 & EN 61347-2-13 & EN 62384 e s. m. e i.). Il possesso di certificazione ENEC emessa da un ente terzo indipendente costituisce mezzo di presunzione di conformità

### Apparecchi d'illuminazione per aree verdi e parchi

Gli apparecchi d'illuminazione impiegati per illuminazione di aree verdi e parchi devono avere, oltre alla marcatura CE, almeno le seguenti prestazioni:

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP65
IP vano cablaggi	IP43
Spread	$55^\circ \leq \gamma_{90} \leq 65^\circ$
Throw	$60^\circ \leq \gamma_{\max} \leq 70^\circ$
SLI	> 4
Classe intensità luminosa	> G3

il soddisfacimento delle caratteristiche di cui sopra deve essere verificato tramite mezzo di prova appropriato (quale una scheda tecnica dell'apparecchio di illuminazione, altra documentazione tecnica del fabbricante o una relazione di prova di un organismo riconosciuto) che deve comprendere rapporti fotometrici redatti in conformità alle norme EN 13032 e UNI 11356 e s. m. e i., più le eventuali parti seconde applicabili, emessi da un laboratorio di prova accreditato o da un laboratorio operante sotto regime di sorveglianza da parte di un ente terzo indipendente, e consenta di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della marcatura CE e la conformità alle norme CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547 e s. m. e i. Deve inoltre dimostrare il soddisfacimento delle norme relative all'unità elettronica di alimentazione per moduli LED (EN 61347-1 & EN 61347-2-13 & EN 62384 e s. m. e i.). Il possesso di certificazione ENEC emessa da un ente terzo indipendente costituisce mezzo di presunzione di conformità.

### 8.11.2. Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi d'illuminazione debbono avere l'indice IPEA maggiore o uguale a quello della classe B riportato nella tabella che segue:

Prestazione energetica degli apparecchi di illuminazione	IPEA
A <sup>++</sup>	1,15 < IPEA
A <sup>+</sup>	1,10 < IPEA < 1,15
A	1,05 < IPEA ≤ 1,10
<b>B</b>	<b>1,00 &lt; IPEA ≤ 1,05</b>
C	0,93 < IPEA ≤ 1,00
D	0,84 < IPEA ≤ 0,93
E	0,75 < IPEA ≤ 0,84
F	0,65 < IPEA ≤ 0,75
G	IPEA ≤ 0,65

### 8.11.3. Prestazione energetica dell'impianto

L'impianto di illuminazione pubblica deve avere l'indice IPEI maggiore o uguale di quello corrispondente alla classe C, riportato nella tabella che segue:

Prestazione energetica dell'impianto	IPEI
A <sup>++</sup>	IPEI < 0,75
A <sup>+</sup>	0,75 < IPEI < 0,82
A	0,82 ≤ IPEI < 0,91
B	0,91 ≤ IPEI < 1,09
C	1,09 ≤ IPEI < 1,35
D	1,35 ≤ IPEI < 1,79
E	1,79 ≤ IPEI < 2,63
F	2,63 ≤ IPEI < 3,10
G	3,10 ≤ IPEI

#### 8.11.4. Aree illuminotecniche di Piano

##### AREA 1 CENTRO STORICO

###### Localizzazione Centro Storico

Altezza ammessa del punto luce da terra	5 – 7 mt.
Tipo di posa ammessa	Palo a terra o sbraccio su edificio
Tipologia ammessa apparecchio	Decorativo
Tipo di ottica ammessa Stradale	cut-off
Classificazione degli apparecchi da L.P. 16/07	Tipo A
Classificazione della strada	ME5
Zone di conflitto	CE5
Aree pedonali	S3
Luminanza minima mantenuta assegnata	Lm 0,5 Cd/mq.
Abbagliamento debilitante massimo assegnato	Ti % 15 %
Illuminazione di contiguità minima assegnata	Sr 0,5
Sorgenti illuminazione vietate HQI – e lampade con temp. di colore > 3.000°K	

##### AREA 2 ZONE RESIDENZIALI

###### Localizzazione Residenziale

Altezza ammessa del punto luce da terra	5 – 7 mt.
Tipo di posa ammessa	Palo a terra o sbraccio su edificio
Tipologia ammessa apparecchio	Decorativo
Tipo di ottica ammessa Stradale	cut-off
Classificazione degli apparecchi da L.P. 16/07	Tipo A
Classificazione della strada	ME5
Zone di conflitto	CE5
Aree pedonali	S3
Luminanza minima mantenuta assegnata	Lm 0,5 Cd/mq.
Abbagliamento debilitante massimo assegnato	Ti % 15 %
Illuminazione di contiguità minima assegnata	Sr 0,5
Sorgenti illuminazione vietate HQI – e lampade con temp. di colore > 3.000°K	

### AREA 3 STRADA PROVINCIALE

Localizzazione ambito Strada Provinciale	
Altezza ammessa del punto luce da terra	7-12 mt.
Tipo di posa ammessa	Palo a terra su uno o due lati o sbraccio
Tipologia ammessa apparecchio	Tecnico
Tipo di ottica ammessa Stradale	cut-off
Classificazione degli apparecchi da L.P. 16/07	Tipo A
Classificazione della strada	ME3c
Zone di conflitto	CE3
Aree pedonali	CE5
Luminanza minima mantenuta assegnata	Lm 1 Cd/mq.
Abbagliamento debilitante massimo assegnato	Ti % 15 %
Illuminazione di contiguità minima assegnata	Sr 0,5
Sorgenti illuminazione vietate HQI – e lampade con temp. di colore > 3.000°K	

### AREA 4 ZONE ARTIGIANALI/INDUSTRIALI

Localizzazione Aree artigianali ed industriali	
Altezza ammessa del punto luce da terra	7-12 mt.
Tipo di posa ammessa	Palo a terra su uno o due lati o sbraccio
Tipologia ammessa apparecchio	Tecnico
Tipo di ottica ammessa Stradale	cut-off
Classificazione degli apparecchi da L.P. 16/07	Tipo A
Classificazione della strada	ME4b
Zone di conflitto	CE4
Aree pedonali	CE5
Luminanza minima mantenuta assegnata	Lm 0,75 Cd/mq.
Abbagliamento debilitante massimo assegnato	Ti % 15 %
Illuminazione di contiguità minima assegnata	Sr 0,5
Sorgenti illuminazione vietate HQI – e lampade con temp. di colore > 3.000°K	

## AREA 5 ZONE A DESTINAZIONE TURITISCA

### Localizzazione Turistica

Altezza ammessa del punto luce da terra	5 – 7 mt.
Tipo di posa ammessa	Palo a terra
Tipologia ammessa apparecchio	Decorativo
Tipo di ottica ammessa Stradale	cut-off
Classificazione degli apparecchi da L.P. 16/07	Tipo A
Classificazione della strada	ME5
Zone di conflitto	CE5
Aree pedonali	S3
Luminanza minima mantenuta assegnata	Lm 0,5 Cd/mq.
Abbagliamento debilitante massimo assegnato	Ti % 15 %
Illuminazione di contiguità minima assegnata	Sr 0,5
Sorgenti illuminazione vietate HQI – e lampade con temp. di colore > 3.000°K	

## AREA 6 PARCHEGGI DI PARCHI E ZONE PEDONALI

### Localizzazione Turistica

Altezza ammessa del punto luce da terra	5 – 7 mt.
Tipo di posa ammessa	Palo a terra
Tipologia ammessa apparecchio	Decorativo
Tipo di ottica ammessa Stradale	cut-off
Classificazione degli apparecchi da L.P. 16/07	Tipo A
Classificazione della strada	ME6
Zone di conflitto	CE5
Aree pedonali	S3
Luminanza minima mantenuta assegnata	Lm 0,3 Cd/mq.
Abbagliamento debilitante massimo assegnato	Ti % 15 %
Illuminazione di contiguità minima assegnata	Sr 0,5
Sorgenti illuminazione vietate HQI – e lampade con temp. di colore > 3.000°K	

## AREA 7 CENTRI SPORTIVI

### Localizzazione ambito Sportivo

Altezza ammessa del punto luce da terra	fino a 24 mt.
Tipo di posa ammessa	Palo a terra
Tipologia ammessa apparecchio	Tecnico - Proiettori
Tipo di ottica ammessa Ottica stradale cut-off e ottica asimmetrica cut-off	
Classificazione degli apparecchi da L.P. 16/07	Tipo A -B

CLASSIFICAZIONE SPECIFICA PER VIA

11-SM Elenco Vie				
<b>id_F</b>	<b>id_V</b>	<b>Vie.Denominazione</b>	<b>Id_G</b>	<b>Id_I</b>
00	01	PIAZZA SAN ROCCO	PK	ME5
00	02	VIA BRIONE	E	ME5
00	03	VIA DIAZ	E	ME5
00	04	VIA CESARE BATTISTI	E	ME5
00	05	VIA BARATIERI	E	ME5
00	06	VIA LA MARMORA	E	ME5
00	07	VIA CAVOUR	E	ME5
00	08	VIA ACQUAIOLI	E	ME5
00	09	VIA SAN GREGORIO	F	ME5
00	10	VIA PRATI	F	ME5
00	11	LUNGO RIO CRON	PR	S3
00	12	VIA MARCONI	E	ME5
00	13	PARCO GIOCHI	PR	S1
00	14	VIA ITEA	E	ME5
00	15	VIA GARIBALDI	E	ME5
00	16	VIA SASSOLO	E	ME5
00	17	VIA FILZI	E	ME5
00	18	VICOLO DEL POMO	F	ME5
00	19	VIA SAN GIOVANNI	E	ME5
00	20	VIA FASSE	E	ME5
00	21	PERP. PEDONALE VIA SASSOLO	F	S4
00	22	VIA DAMIANO CHIESA	F	ME5
00	23	VIA ALLA FUCINA	F	S6
00	24	VIA TRENTO	E	ME5
00	25	VIA REGENSBURGER	E	ME5
00	26	PIAZZALE CHIESA E CIMITERO	PZ	S1
00	27	VIA ROMA	B	ME4b
00	28	PARCHEGGIO CENTRO POLIF.	PK	ME5
00	29	VIA FUCINE	F	ME5
00	30	VIA ASILO	F	ME5
00	31	TRAVERSA VIA ROMA	F	ME5
00	32	VIA BERGHI	F	ME5
00	33	PERP. RESID. VIA ROMA	F	ME5
00	34	VIA CARBONERE	F	ME5
00	35	VIA CARINO	F	ME5

**11-SM Elenco Vie**

<b>id_F</b>	<b>id_V</b>	<b>Vie.Denominazione</b>	<b>Id_G</b>	<b>Id_I</b>
00	36	VIA DOMANINI	E	ME5
00	37	VIA CANTAGALLO	E	ME5
00	38	PEDONALE VIA CANTAGALLO	PR	S3
00	39	VIA CADORNA	E	ME5
00	40	VIA PIROLA	B	ME5
00	41	LOC. MON	F	ME5

### **8.11.5. Individuazione degli interventi di adeguamento**

In esito alle valutazioni tecniche esperite sugli impianti di illuminazione esterna attuali di Condino ai fini del presente P.R.I.C. si individuano i seguenti interventi di adeguamento:

#### **RIFACIMENTO**

Sono gli interventi necessari per la costruzione ex novo degli impianti ovvero, le opere per la rimozione e conferimento a discarica dei materiali di risulta dalle demolizioni; le opere edili per la formazione di nuovi cavidotti, nuovi plinti porta palo, nuovi pozzetti di ispezione con lo scopo di modificare la geometria degli attuali impianti; le opere da elettricista per la fornitura e posa dei nuovi quadri elettrici e dei nuovi cavi secondo un'architettura appropriata; le forniture di nuove ed adeguati apparecchi di illuminazione con relativi nuovi sostegni.

#### **ADEGUAMENTO**

Sono gli interventi necessari per la modifica degli impianti esistenti ovvero, le opere per la rimozione e sostituzione di talune parti elettrotecniche, illuminotecniche, meccaniche o strutturali degli impianti esistenti per adeguarli ai requisiti normativi o legislativi di riferimento di ciascuna parte d'opera;

#### **SOSTITUZIONE**

Sono gli interventi necessari per la sostituzione dei corpi illuminanti o dei sostegni o di parti di impianto ben definite, come un quadro elettrico o un cavo elettrico, un corpo illuminante o un sostegno. Sono quegli interventi che non modificano la geometria degli impianti esistenti ma si limitano a sostituire per riparare o correggere una situazione di malfunzionamento.

#### **AMPLIAMENTO**

Sono gli interventi necessari per l'integrazione nell'attuale contesto tecnologico di ulteriori parti di impianto, ovvero di nuove apparecchiature, nuovi tratti di linea, o l'estensione in nuovi ambiti degli impianti esistenti. Sono quegli interventi che mantengono di fatto la geometria degli impianti ma ne aumentano la consistenza.

#### **RIQUALIFICAZIONE**

Sono gli interventi relativi ad un intero impianto che non ne alterano le dimensioni ma ne attualizzano la consistenza anche attraverso la sostituzione di apparecchiature o il rifacimento di tratti di impianto.

Per tutto quanto fin qui rappresentato, al fine della utile e definitiva correzione dei difetti riscontrati sugli impianti in esercizio presso il comune di Condino, e con lo scopo di raggiungere gli obiettivi prefissi dalla L.P.16/07, si prescrive il completo rifacimento dei sistemi tecnologici.

Il sopraccitato rifacimento degli impianti dovrà tenere in debito conto quanto vi è di riutilizzabile, ovvero tutti i cavidotti di recente costruzione, e tutte le predisposizioni tecnologiche dell'abitato che possano essere mantenute.

L'intervento di maggiore importanza nell'ottica dell'auspicato risparmio energetico è senza dubbio quello che riguarda la completa sostituzione degli apparecchi di illuminazione esistenti. Deve essere prevista anche la possibilità di razionalizzare i punti di fornitura e di conseguenza anche il numero di quadri elettrici che alimentano e proteggono i vari circuiti di alimentazione dell'impianto.

Si esprime la convinzione che sono con un intervento sostanziale volto alla completa riqualificazione strutturale dell'intero sistema possa portare il beneficio auspicato nei principi della Legge Provinciale 16 del 3 ottobre 2007 alla quale il presente documento è finalizzato.

#### **8.11.6. Piano programmatico degli interventi**

Sulla scorta delle indicazioni contenute nel Capo IX del Piano Provinciale Allegato I alla L.P.16/07 si è determinato un piano temporale di adeguamento, ovvero si sono distinti gli ambiti, i contesti e le porzioni di impianto che dovranno essere sottoposte ad interventi a carattere “ordinario” e quelli a carattere “urgente”.

##### **PRIORITA' 1**

Riguardano il rifacimento degli impianti tecnologici fortemente inquinanti perché caratterizzati da corpi illuminanti di Tipo “E” secondo la classificazione dell’Allegato C al Piano Provinciale, o delle situazioni gravi pregiudizievoli della sicurezza delle persone.

##### **PRIORITA' 2**

Riguardano il rifacimento degli impianti tecnologici parzialmente inquinanti, perché caratterizzati da corpi illuminanti di Tipo “C” secondo la classificazione dell’Allegato C al Piano Provinciale, e per l’adeguamento delle zone “scarsamente illuminate” o degli ambiti che presentano gravi problemi strutturali di sicurezza nel senso generale del termine.

##### **PRIORITA' 3**

Riguardano il rifacimento o l’ampliamento degli impianti tecnologici, perché caratterizzati da corpi illuminanti di Tipo “B” secondo la classificazione dell’Allegato C al Piano Provinciale, ovvero per l’adeguamento delle zone o degli ambiti che presentano difetti elettrotecnicici e meccanici di lieve entità rispetto ai precedenti.