

COMUNE DI MALE

PROVINCIA DI TRENTO

OGGETTO:

P.R.I.C.  
PIANO REGOLATORE  
DELL'ILLUMINAZIONE  
COMUNE DI MALE (TN)

COMMITTENTE:

COMUNE DI MALE

Piazza Regina Elena, 17 - 38027 MALE



PARTE D'OPERA:

P.R.I.C.

PROGETTO:



Studio Associato di Progettazione  
di Ing. Renzo Marchiori e arch. Raffaella Torbol  
38065 Mori (TN) - viale Cesare Viesi, 30  
tel. 0464.919115 - fax 0464.911854  
sito: <http://www.politecnico.it> - e-mail: [info@politecnico.it](mailto:info@politecnico.it)  
partita I.V.A. 01712910221

IL TECNICO:



IL COLLABORATORE:

Rev. 00	Gennaio 2015	Emissione per consegna				
VERSIONE	DATA	DESCRIZIONE MODIFICA o AGGIORNAMENTO				
SCALA		NOME DEL FILE	TIPO	FORMATO	REDATTO	CONTROLLATO
		141015 Relazione_0	REL	A4	M.C.	R.M.
NUMERO ELABORATO	1.	DESCRIZIONE: <b>RELAZIONE P.R.I.C.</b>				
DATA	Gennaio 2015					

È vietata a termini di legge la riproduzione e la diffusione non autorizzata del presente elaborato di proprietà Politecnico



# COMUNE DI MALE'

## PROVINCIA DI TRENTO

### PIANO REGOLATORE PER L'ILLUMINAZIONE COMUNALE (P.R.I.C.)

(L.P. n°16/2007 – PIANO PROVINCIALE DI INTERVENTO PER LA PREVENZIONE E LA RIDUZIONE  
DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO)

#### GRUPPO REDAZIONALE

RESPONSABILE AREA TECNICA  
Dott. Ing. Renzo Marchiori

COLLABORATORI  
Arch. Raffaella Torbol

#### Approvazione

Delibera Consiglio Comunale n.\_\_\_\_\_ del\_\_\_\_\_

## **CAPITOLO I**

# **INTENTI ED OBIETTIVI DEL PIANO REGOLATORE DI ILLUMINAZIONE COMUNALE**

## **OBIETTIVI**

Introdurre i contenuti del piano dell'illuminazione

### **INDICE**

#### **1. - PREMESSA**

##### **1.1 - FINALITÀ DEI PIANI D'ILLUMINAZIONE**

- a. Che cosa si intende per Piano di Illuminazione Pubblica
- b. Esigenze e motivazioni
- c. Beneficiari dei piani d'illuminazione
- d. Vantaggi economici

##### **1.2 - CRITERI METODOLOGICI ED OPERATIVI**

- a. Individuazione delle fasi di studio e sviluppo del piano

## **CAPITOLO II**

# **INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

## **OBIETTIVI**

- 1- Inquadramento dei fattori che caratterizzano il territorio dal punto di vista della luce
- 2- Identificazione delle tipologie illuminotecniche presenti nella storia del territorio comunale
- 3- Suddivisione del territorio in aree con caratteristiche illuminotecniche omogenee

### **INDICE**

#### **QUADRO DI SINTESI**

##### **2.1- INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

##### **2.2- CENNI STORICI E ARCHITETTONICI**

##### **2.3- L'EVOLUZIONE STORICA DELL'ILLUMINAZIONE**

##### **2.4- VALUTAZIONE DELL'INQUINAMENTO LUMINOSO**

##### **2.5- AREE OMOGENEE**

# **CAPITOLO III**

## **ILLUMINAZIONE DEL TERRITORIO:**

### **CENSIMENTO E STATO DI FATTO**

#### **OBIETTIVI**

- 1- Identificare le condizioni degli impianti d'illuminazione sia dal punto di vista illuminotecnico che elettrico.
- 2- Identificare le conformità alla legge regionale degli impianti d'illuminazione esistenti.

#### **INDICE**

- PREMESSA
- CENSIMENTO

#### **3.1- ILLUMINAZIONE PUBBLICA: STATO DI FATTO**

1. Tipologie di applicazioni
2. Tipologia degli apparecchi illuminati
  - a. Stradale
  - b. Arredo Urbano
  - c. Proiettori
3. Tipologia di sorgenti luminose
4. Tipologia di supporti
  - a. Condizioni dei sostegni
  - b. Linee elettriche
  - c. Condizioni dei corpi illuminanti
5. Scheda composizioni
6. Stato dei quadri elettrici
7. Aree illuminotecniche omogenee - tipologici
8. Rilievi dei parametri illuminotecnici
9. Eventuale presenza di abbagliamenti molesti, o illuminazione intrusiva
10. Eventuale condizione di “sorgenti di rilevante inquinamento luminoso” ai fini della programmazione di interventi di bonifica in conformità alla legge provinciale n. 16/07

#### **3.2- CONFORMITA' DEGLI IMPIANTI ALLA L.P. n°16/2007**

# **CAPITOLO IV**

# **CLASSIFICAZIONE DELLA RETE VIARIA E DEL TERRITORIO COMUNALE**

## **OBIETTIVI**

- 1- Classificare le strade a traffico motorizzato
- 2- Classificare il resto del territorio
- 3- Definire le linee guida per le future integrazioni alla classificazione
- 4- Identificare gli indici di declassamento temporali ammissibili

## **INDICE**

### **4.1- INTRODUZIONE**

### **4.2- CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE**

### **4.3- CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA**

- A- CLASSIFICAZIONE
- B- PARAMETRI ILLUMINOTECNICI PROGETTUALI

### **4.4- TABELLA RIASSUNTIVA: CLASSIFICAZIONE STRADE**

1. Integrazione Illuminotecnica della classificazione e analisi dei rischi
2. Tabella della classificazione delle strade

### **4.5- CLASSIFICAZIONE DEL RESTO DEL TERRITORIO**

1. EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe CE (Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotatorie, sottopassi, ecc.)
2. EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe S (Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi, ecc.)
3. EN 13201 – Illuminamenti Verticali: Classe EV (Classe aggiuntiva per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali, caselli, ecc.)
4. EN 13201 – Illuminamenti Semicilindrici: Classe ES (Classe aggiuntiva per aumentare il senso di sicurezza e ridurre la propensione al crimine)

### **4.6- FLUSSI DI TRAFFICO**

## **CAPITOLO V**

# **PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI DI:**

### **-ADEGUAMENTO**

### **-SOSTITUZIONE**

### **-MANUTENZIONE**

## **OBIETTIVI**

- 1- Effettuare una programmazione degli interventi di adeguamento degli impianti esistenti non conformi alla legge provinciale n. 16/07 relativamente alle Zone di Protezione
- 2- Effettuare una programmazione delle sostituzioni sulla base dello stato di usura degli impianti sul territorio comunale (ad esclusione delle Zone di Protezione)
- 3- Pianificazione dell'eventuale sviluppo dell'illuminazione su tutto il territorio comunale

## **INDICE**

- 5.1- Identificazione delle tipologie dei sistemi e dei corpi illuminanti ammessi e conformi alla L.P. 16/07.
- 5.2- Pianificazione delle modalità e dei tempi di adeguamento degli impianti non rispondenti ai requisiti della legge provinciale n.16/07, ubicati nelle Zone di Protezione
- 5.3- Pianificazione delle modalità e dei tempi di sostituzione degli impianti esistenti sul territorio comunale (ad esclusione delle Zone di Protezione), in base allo stato di usura degli impianti
  - Proposte di interventi di adeguamento degli impianti di illuminazione distinte per area omogenea
- 5.4- Valutazioni economiche
- 5.5- Definizione dei piani di manutenzione degli impianti
- 5.6- Pianificazione dell' eventuale sviluppo dell'illuminazione su tutto il territorio comunale
  - Linee guida progettuali operative

## **CAPITOLO I**

# **INTENTI ED OBIETTIVI DEL PIANO REGOLATORE DI ILLUMINAZIONE COMUNALE**

### **1. Premessa**

La realizzazione di un piano di illuminazione ha la funzione di fotografare la situazione territoriale ed in seguito di organizzare ed ottimizzare in modo organico l'illuminazione pubblica e privata, nel pieno rispetto della legge provinciale n. 16 del 3.10.2007 e delle eventuali normative vigenti regionali o nazionali (Nuovo codice della strada D.Lgs. 30 Aprile 1992 n.285, norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale leggi n.9-10 gennaio 1991 e successive modifiche, norme tecniche europee e nazionali tipo CEI, DIN e UNI).

Gli ambiti operativi dei Piani di illuminazione pubblica sono i seguenti :

- dal punto di vista tecnico pianificano l'illuminazione del territorio, gli interventi di aggiornamento degli impianti e la loro manutenzione;
- dal punto di vista economico permettono di programmare anticipatamente gli interventi e di gestire razionalmente i costi, con un considerevole risparmio energetico.

### **1.1 Finalità dei piani d'illuminazione**

#### **1.1.1. Che cosa si intende per Piano di Illuminazione Pubblica**

Quando si parla di Piano di Illuminazione Pubblica si intende un progetto ed un complesso di disposizioni tecniche destinate a regolamentare gli interventi di illuminazione pubblica e privata.

Le disposizioni elaborate da tale piano hanno applicazione su tutto il territorio comunale per gli impianti di futura realizzazione e per quelli già esistenti qualora sia obbligatorio per legge l'adeguamento

#### **1.1.2. Esigenze e motivazioni**

- a) Ridurre, sul territorio, l'inquinamento luminoso e i consumi energetici da esso derivanti,
- b) Aumentare la sicurezza stradale per la riduzione degli incidenti, evitando abbagliamenti e distrazioni che possano ingenerare pericoli per il traffico ed i pedoni (nel rispetto del Codice della Strada),
- c) Ridurre la criminalità e gli atti di vandalismo che, da ricerche condotte negli Stati Uniti, tendono ad aumentare là dove si illumina in modo disomogeneo creando zone di penombra nelle immediate vicinanze di aree sovrailluminata,
- d) Favorire le attività serali e ricreative per migliorare la qualità della vita,
- e) Accrescere un più razionale sfruttamento degli spazi urbani disponibili,
- f) Migliorare l'illuminazione delle opere architettoniche e della loro bellezza, con l'opportuna scelta cromatica (per es. il giallo - oro delle lampade al sodio ad alta pressione risulta particolarmente adatto nei centri storici), delle intensità e del tipo di illuminazione, evitando inutili e dannose dispersioni della luce nelle aree circostanti e verso il cielo e senza creare contrasti stucchevoli con l'ambiente circostante (es. con un'illuminazione troppo intensa),
- g) Integrare gli impianti di illuminazione con l'ambiente che li circonda, sia diurno che notturno,
- h) Realizzare impianti ad alta efficienza, mediante l'utilizzo di corpi illuminanti full cut-off, di lampade ad alto rendimento e mediante il controllo del flusso luminoso, favorendo il risparmio energetico,
- i) Ottimizzare gli oneri di gestione e relativi agli interventi di manutenzione,

- j) Tutelare, nelle aree di protezione degli osservatori astronomici, l'attività di ricerca scientifica e divulgativa,
- k) Conservare gli equilibri ecologici sia all'interno che all'esterno delle aree naturali protette urbane ed extraurbane,
- l) Preservare la possibilità per la popolazione di godere del cielo scuro, patrimonio culturale primario.

#### **1.1.3. Beneficiari dei piani d'illuminazione**

- i cittadini;
- le attività ricreative e commerciali;
- i Comuni gestori di impianti di illuminazione propria;
- gli enti gestori di impianti di illuminazione pubblica e privata;
- i progettisti illuminotecnici;
- i produttori di apparecchiature per l'illuminazione e gli impiantisti;
- gli organi che controllano la sicurezza degli impianti elettrici e di illuminazione;
- il Ministero del Lavoro e della Previdenza Sociale e le Società di assicurazione, per la riduzione del numero degli infortuni ;
- le forze dell'ordine per la riduzione delle micro criminalità e degli atti di vandalismo;
- l'ambiente con la salvaguardia della flora e della fauna locale;
- la ricerca e la divulgazione della cultura scientifica per la riduzione dell'inquinamento luminoso.

#### **1.1.4. Vantaggi economici**

Poiché la nuova normativa di legge prevede interventi che si protrarranno nel tempo e modificheranno la tipologia delle nuove installazioni e degli impianti di illuminazione, i vantaggi economici che derivano da un piano della luce orientato a trovare le migliori soluzioni tecnologiche sono notevoli in quanto frutto della combinazione di alcuni fattori determinanti: riduzione della dispersione del flusso luminoso intrusivo in aree in cui tale flusso non era previsto arrivasse, controllo dell'illuminazione pubblica e privata evitando inutili ed indesiderati sprechi, ottimizzazione degli impianti, riduzione dei flussi luminosi su strade negli orari notturni ed infine utilizzo di impianti equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia.

Per accrescere i vantaggi economici, oltre ad un'azione condotta sulle apparecchiature per l'illuminazione è necessario prevedere una razionalizzazione e standardizzazione degli impianti di servizio (linee elettriche, palificate, etc..) e di un utilizzo di impianti ad elevata tecnologia con bassi costi di gestione e manutenzione. Le valutazioni di tipo economico saranno appunto oggetto di studio in una sezione dedicata di questo piano.

## **CAPITOLO II**

# **INQUADRAMENTO TERRITORIALE**

## **2. Inquadramento territoriale e caratteristiche generali del territorio**

Al fine della redazione del PRIC è particolarmente significativo prendere atto delle previsioni di sviluppo urbanistico programmate dal PRG per il territorio comunale. Particolarmente importanti sono le previsioni relative all'espansione residenziale, industriale, commerciale e l'analisi della struttura dei servizi esistenti, in particolar modo: la previsione di nuovi parcheggi e spazi da destinarsi ad uso della collettività, come spazi giochi, verde attrezzato e sport. Solo tramite il confronto con questo strumento urbanistico si possono elaborare delle proposte progettuali in sintonia con le linee di sviluppo del Comune.

Di seguito si riportano i passaggi del piano della luce nelle sue linee essenziali.

Definizione delle scelte tecniche progettuali da adottarsi tenendo conto delle seguenti realtà:

Suddivisione in Aree omogenee: in quartieri, centri storici, zone industriali, parchi, aree residenziali, arterie di grande traffico, circonvallazioni, autostrade, campagna, etc.... anche in funzione della distribuzione e morfologia del terreno (pianura, collina, montagna), degli ambientali prevalenti che possono influenzare, l'integrità dell'impianto, la viabilità e la visibilità.

Relazioni:

- Introduzione sulla distribuzione del territorio comunale e la sua suddivisione in aree omogenee,
- Caratteristiche storico – ambientali e dell'evoluzione storica dell'illuminazione sul territorio,
- Stato dell'inquinamento luminoso sul territorio di competenza,
- Descrizione delle aree a particolari destinazione, delle zone e degli edifici critici, e del contesto in cui sono inserite,
- Rilievo grafico, documentale e fotografico della situazione esistente nell'illuminazione.

Elaborati Grafici:

- Piani metrici del territorio comunale suddiviso per aree omogenee (compatibile con l'eventuale PRG).

### **2.1 Inquadramento territoriale**

#### **Collocazione geografica:**

Il comune di Malè, centro principale della Valle di Sole che collega Cles a Ponte di Legno, è collocato alla confluenza della Val di Rabbi. Da Cles è raggiungibile prima per un tratto mediante la Statale 43 della Val di Non, fino al Ponte di Mostizzolo, poi mediante la Statale 42 del Tonale e della Mendola, oppure con la ferrovia Trento-Malè.

Del comune di Malè fanno inoltre parte i piccoli borghi di Bolentina, Magras, Montes e Arnago.

Amministrativamente confina a nord con il comune di Bresimo ed a sud-est con Cles della Valle di Non, ad est con Caldes e Terzolas, a sud con Croviana, Monclassico, Dimaro e Commezzadura e ad ovest con il comune di Rabbi, tutti della Valle di Sole.

La posizione soleggiata in fondovalle in vicinanza di importanti località turistiche quali Marilleva, Madonna di Campiglio ed il Passo Tonale ne hanno fatto un'importante ed attrezzata stazione di soggiorno estivo frequentata anche nel periodo invernale.



Coordinate	
<b>Latitudine</b>	46°21'9"00 N
<b>Longitudine</b>	10°54'50"04 E
<b>Gradi Decimali</b>	46,3525; 10,9139
<b>Locator (WWL)</b>	JN56KI
Misure	
<b>Superficie</b>	26,18 kmq
<b>Classificazione Sismica</b>	sismicità molto bassa
Clima	
<b>Gradi Giorno</b>	3.542
<b>Zona Climatica (a)</b>	F

### Principali caratteristiche geo-morfologiche del territorio:

Il suo territorio presenta un notevole sviluppo altimetrico (da 686 m a 2583 m.s.l.m.) e si estende su una superficie di 26,18 kmq.

Malé sorge ai margini nord-orientali del piatto terrazzo morenico caratteristico della media Val di Sole, sopraelevato di una quarantina di metri sul fondovalle del Noce.

### Estensione territoriale, popolazione:

#### Cenni geografici:

Il territorio del comune risulta compreso tra i 686 e i 2.583 metri sul livello del mare.

L'escurzione altimetrica complessiva risulta essere pari a 1.897 metri.

**Malè** conta 2142 abitanti (31/12/2012 – Elaborazione su dati ISTAT) e ha una superficie di 26,18 km<sup>2</sup> per una densità abitativa di 81,8,1 abitanti per chilometro quadrato.

**Cenni anagrafici:** % Trend Popolazione 2001-2012



Frazioni, Località  
e Nuclei abitati

Arnago, Bolentina, Magras, Montes

Elenco dei comuni limitrofi a **Malè** ordinati per **distanza** crescente, calcolata in **linea d'area** dal centro urbano. Popolazione al 01/01/2014 (ISTAT).

	<i>distanza</i>	<i>popolazione</i>
<b>Malè (TN)</b>	0 km	2.164
<b>Comuni confinanti (o di prima corona)</b>	<b><i>distanza</i></b>	<b><i>popolazione</i></b>
Croviana	1,0 km	689
Terzolas	1,5 km	623
Monclassico	2,6 km	895
Caldes	2,7 km	1.101
Commezzadura	6,5 km	1.014
Rabbi	7,5 km	1.393
Bresimo	7,9 km	254
Cles	9,3 km	6.958

#### Cenni storici:

Il toponimo latino “Maletum” (podere coltivato a melo) ed alcuni ritrovamenti archeologici, come una lapide votiva del II secolo d.C., testimoniano la presenza romana. Nel 1178 è documentata la Pieve di Santa Maria Assunta, centro dell’organizzazione ecclesiastica, mentre nel 1208 è ricordato un gastaldione vescovile, funzionario amministrativo e giudiziario. Nel basso medioevo, ospitando l’autunale “mercato del Bosco”, il paese assunse anche un’importanza economica. Fino all’età napoleonica la comunità, parte del Principato Vescovile di Trento, si autogovernò secondo le norme della “Carta di Regola”, sorta di statuto comunale. Verso il 1742 fu costruito il convento dei Cappuccini, distrutto insieme a gran parte della borgata nello spaventoso incendio del 1892. Nel 1848 vide combattersi le truppe austriache ed i rivoluzionari lombardi; nel 1895 ottenne il rango di borgata. Nel 1918 seguì Il Trentino nell’annessione all’Italia.

#### Individuazione e caratterizzazione dei centri storici principali e minori presenti nel Comune:

Nel cuore del centro storico s’innalza la parrocchiale dell’Assunta, ricostruita da maestranze lombarde alla fine del XV secolo e abbellita nel 1531 da un protiro rinascimentale. Tra il 1890 e il 1893 il triestino Nordio ridisegnò la facciata in stile neoromanico-neogotico ed eliminò le cappelle barocche. Della primitiva chiesa romanica rimane il possente campanile con bifore e monofore e una piccola scultura lapidea con il Cristo pantocratore. L’interno, diviso in tre navate coperte da volte a crociera, accoglie due splendidi altari lignei seicenteschi, con tele di Polacco (1614) e di Camillo Procaccini, e due marmorei del 1723. Le pitture murali della navata e dell’abside furono eseguite nel 1933 dal veronese Pino Casarini. Accanto alla chiesa sorge la cappella di San Valentino con loggia quattrocentesca e affreschi di Casarini (1938).

Presso le sale al piano terreno di una vecchia caserma austriaca è ospitato il **Museo della Civiltà Solandra**, voluto e realizzato dal Centro Studi per la Val di Sole. Aperto dal 1979 e ampliato nel 1983 presenta

un'esposizione permanente di oggetti relativi alla società contadina dei secoli scorsi. Attrezzi, strumenti, utensili sono disposti in sezioni: le fonti di sussistenza (agricoltura, lavorazione del latte, legname); l'artigianato (falegname, fabbro, ramaio, calzolaio); la tessitura e la filatura. Molto curata la ricostruzione di due ambienti della casa solandra: la cucina e la stanza da letto (la stua). Di particolare interesse la sezione bresadoliana dedicata al famoso **micologo Giacomo Bresadola**, "il prete dei funghi", nato a Ortisé, frazione del comune di Mezzana, nel 1847 e morto a Trento nel 1929.

Ai margini del paese, in direzione della località per passeggiate Regazzini, è possibile visitare la **"segheria veneziana"**: splendida struttura del 1770, recentemente ristrutturata ed in concessione al Comune, è utilizzata per piccoli lavori di segheria e soprattutto per l'attività didattica, in quanto prezioso testimone della cultura delle genti di montagna

### **Frazioni Magras e Arnago-**

Risalendo il corso del Rabbies, prima di entrare nel comune di Rabbi, si trovano le due frazioni di Malé di Magras e Arnago. Insediamenti assai antichi (entrambi i toponimi si rifanno a personali preromani), hanno anch'essi una spiccatissima vocazione alla frutticoltura e all'allevamento.

I documenti trecenteschi ricordano i villaggi di Magras (toponimo prelatino) e di Dernach-Arnago (toponimo romano). Nella prima metà del XV secolo Arnago appare come villa autonoma, con una propria regola, mentre già nel cinquecento forma un'unica comunità con Magras (Carta di Regola del 1653). Al tempo del regno italico le due frazioni furono aggregate a Malè; l'unione definitiva risale al 1928. Inizialmente dipendente dalla chiesa pievana di Malè, Magras fu elevata a curazia nel 1748, da cui dipendeva la cappella di Arnago, eretta nel 1628.

L'attuale chiesa di Magras, dedicata ai Santi Marco ed Egidio, fu ricostruita dalle maestranze lombarde di Adamo da Laino d'Intelvi tra il 1495 e il 1498. Le murature conservano tracce architettoniche e pittoriche dell'antico edificio romanico. Splendido è il campanile con due ordini di bifore e segni di precedenti aperture e la cuspide piramidale in pietra. In facciata s'apre un portale tardorinascimentale e si notano frammenti d'affresco, tra cui un San Cristoforo. L'unica navata è coperta da volta costolonata. Interessanti i due altari laterali intagliati in legno e con due pale seicentesche; quella sinistra è stata attribuita a Francesco Frigimelica il Vecchio. Suggestiva è anche la cappella di San Romedio di Arnago contenente un unico altare intagliato in legno risalente al XVII secolo.

### **Località Pondasio-**

sulla strada per Malé, si trova la suggestiva località del **Pondasio**; un nucleo di case costruite attorno ad un ponticello di pietra che attraversa il Rabbies e che la tradizione fa risalire all'età romana. La località ha sempre ospitato mulini e fucine; tre "molendini in ponte asi" sono citati in un documento del 1387. Un bel dipinto di Gio Batta Ferrari (1829-1906) documenta l'area del Pondasio negli anni ottanta dell'Ottocento, prima della costruzione di nuovi ponti e strade. Nell'aprile del 1848 fu teatro dello scontro tra i volontari dei corpi franchi provenienti dalla Lombardia e le truppe austriache.

### **Frazioni Bolentina e Montes-**

Sono le più alte frazioni del comune di Malé, poste rispettivamente a 1.161 e a 1.153 metri sopra il livello del mare. Villaggi di indubbia antichità, come testimoniano i toponimi di origine altomedievale, dai prati di Bolentina e Montes si può godere di una vista favolosa sulla media e bassa Val di Sole, fino all'alta Val di Non e le cime dolomitiche di Brenta; ma lo sguardo riesce ad andare oltre, fino a scorgere montagne come la Marmolada ed il Catinaccio. Paesi dalle tipiche architetture di montagna, in essi ancora sopravvive una sorta di agricoltura di frontiera, mentre ancora piuttosto vivace si presenta l'allevamento.

Sopra i mille metri si trovano i paesi di Bolentina e Montes. Il primo toponimo di probabile origine altomedievale è attestato al 1211, mentre il secondo indicante la collocazione orografica (de Montesio – "del monte") è citato in un documento dell'anno 1200. I due villaggi formarono un'unica comunità amministrata secondo gli statuti regolari (Carta di Regola del 1644). Alla metà del XV secolo esisteva già una cappella dedicata a San Valentino costruita a 1218 metri sopra un poggio tra i due abitati. Nel 1605 fu eretta a curazia all'interno della pieve di Malé. Durante il regno italico Bolentina fu unita al municipio di Malé; in seguito divenne comune autonomo fino al 1928 quando passò a Dimaro. Nel dopoguerra fu unita a Monclassico prima e a Malé poi.

La chiesa un tempo nota col nome di "Santa Maria Maddalena al Monte" risale al XV secolo. A metà Cinquecento fu ampliata con l'aggiunta di una seconda navata e con l'inserimento di un portale in facciata (1553). L'acuto campanile presenta un doppio ordine di bifore tardoromaniche. L'interno conserva l'altare maggiore settecentesco in muratura dipinta ad imitazione del marmo e due altari laterali lignei seicenteschi.

La pala sulla parete di fondo raffigurante San Valentino è opera del solandro Domenico Delpero (1810-1842). Le pitture murali della volta dell'aula sono di Metodio Ottolini (1926)

#### **Individuazione di aree particolarmente sensibili per motivi economici:**

Le aree più sensibili per motivi economici nel territorio del comune di Malè si individuano nella parte a sud della S.S. 42 verso località Molini dove si è sviluppata la zona industriale mentre le principali attività a carattere commerciale sono prevalentemente localizzate nelle aree appena a nord della S.S. 42.

#### **Individuazione di aree particolarmente sensibili per motivi di sicurezza:**

Sotto il profilo della sicurezza, non sono state individuate aree particolarmente sensibili, è comunque opportuno prendere in considerazione per la salvaguardia delle persone, l'eventualità di mantenere gli stessi livelli di illuminamento serali anche nelle ore notturne, in particolare nei centri storici.

#### **Individuazione di aree particolarmente sensibili per altri motivi:**

Al momento della redazione del presente Piano, non sono state individuate aree particolarmente sensibili per motivi diversi da quelli prima menzionati.

#### **Individuazione delle zone di rispetto in relazione della presenza di osservatori professionali astronomici e non professionali:**

Nell'ambito del Comune di Malè non sussistono aree ricadenti in zone di rispetto di osservatori astronomici professionali; per quanto attiene a quelli non professionali, sono assenti nel territorio comunale.

#### **Vie di Comunicazione: 1° fattore di influenza dell'illuminazione**

Non essendo presente un Piano Urbanistico del Traffico (PUT) e quindi una analisi anche dei flussi del traffico sul territorio Comunale si possono ragionevolmente supporre le strade a maggiore flusso di traffico quelle che portano dalla S.S. 42 in entrata e uscita da Malè in direzione delle aree sedi di attività artigianali o industriali o amministrative essendo queste le attività economiche prevalenti, accanto all'agricoltura e l'allevamento, che danno origine ad un pendolarismo con l'utilizzo di mezzi motorizzati.

In mancanza di strumenti di pianificazione si identifica la classificazione illuminotecnica applicando la norma italiana UNI 11248 e la norma UNI EN 13201.

#### **Clima e orografia: 2° fattore di influenza dell'illuminazione**

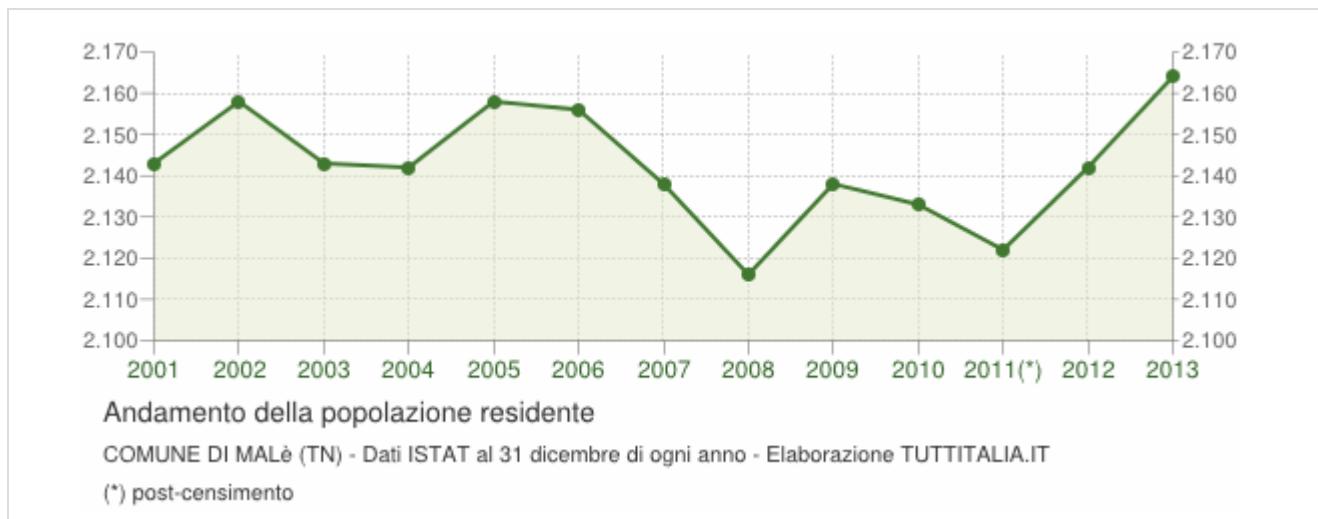
L'intera Val di Sole in cui Malè si colloca è caratterizzata da un clima di tipo "continentale alpino", caratterizzato dalla presenza di prati, foreste e pascoli e temperature medie invernali da -1° a -7°, fresco di estate, piogge da 1000 a 1200 mm con massimi in primavera (aprile e maggio) e sulle parti alte anche in estate (agosto); la neve rimane d'inverno sul suolo per 20-50 giorni.

#### **Durata Media del Giorno per Malè**

<b>Gennaio:</b> nove ore e sedici minuti	<b>Luglio:</b> quindici ore e trentacinque minuti
<b>Febbraio:</b> dieci ore e trenta minuti	<b>Agosto:</b> quattordici ore e venti minuti
<b>Marzo:</b> dodici ore e cinque minuti	<b>Settembre:</b> dodici ore e quarantaquattro minuti
<b>Aprile:</b> tredici ore e quarantaquattro minuti	<b>Ottobre:</b> undici ore e sei minuti
<b>Maggio:</b> quindici ore e undici minuti	<b>Novembre:</b> nove ore e trentanove minuti
<b>Giugno:</b> quindici ore e cinquantasei minuti	<b>Dicembre:</b> otto ore e cinquantadue minuti
<b>Annuale:</b> dodici ore e venticinque minuti	

## Cenni demografici: 3° fattore di influenza dell'illuminazione

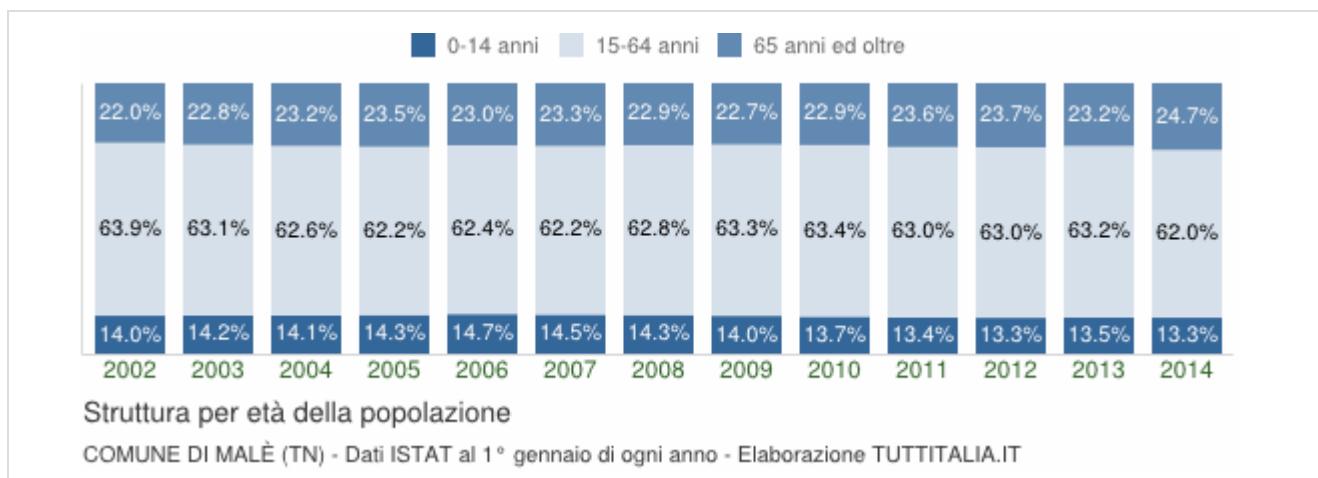
Andamento demografico della popolazione residente nel comune di **Malè** dal 2001 al 2013. Grafici e statistiche su dati ISTAT al 31 dicembre di ogni anno.



Interessante è anche comprendere come si suddivide la popolazione sul territorio in funzione dell'età anagrafica.

Questo particolare, che sembra di secondaria importanza, è invece determinante nella valutazione dell'illuminazione in quanto le persone anziane hanno evidenti problemi di peggioramento della vista con l'età, e l'illuminazione è un elemento critico, in quanto è provato che non necessitano di un sostanziale aumento dell'illuminazione notturna, ma invece di un totale abbattimento dei fenomeni di abbagliamento che riducono pesantemente le capacità visive notturne.

L'analisi della struttura per età di una popolazione considera tre fasce di età: **giovani** 0-14 anni, **adulti** 15-64 anni e **anziani** 65 anni ed oltre. In base alle diverse proporzioni fra tali fasce di età, la struttura di una popolazione viene definita di tipo *progressiva*, *stazionaria* o *regressiva* a seconda che la popolazione giovane sia maggiore, equivalente o minore di quella anziana.



In particolare si evidenzia che il picco di popolazione residente è fra i 15 ed i 64 anni.

Nello specifico si rileva nel grafico che nel 2014 il 13,3% della popolazione ha fra 0 e 14 anni, il 62,0% fra 15 e 64 anni, ed infine una porzione non trascurabile del 24,7% oltre i 65 anni. E' quindi importante una illuminazione efficace che però racchiuda anche aspetti estetici e di confort visivo non indifferenti. Con la riduzione al minimo degli sbalzi di luce e controluce e con la limitazione degli abbagliamenti.

Malè, analogamente ai comuni del comprensorio e dell'unità insediativa cui appartiene, in sintesi, risulta caratterizzata dal punto di vista demografico da ridotti tassi di crescita (più elevati sono invece quelli del numero di famiglie) con popolazione mediamente vecchia, le cui famiglie dimensionalmente risultano piccole e simili alla media provinciale.

A Malè l'assoluta prevalenza della popolazione risiede nei centri e nei nuclei mentre solo una piccola percentuale vive in case sparse. Nei comuni limitrofi e del comprensorio la distribuzione della popolazione è pressoché analoga.

#### **Economia: 4° fattore di influenza dell'illuminazione**

Da sempre Malè rappresenta il centro amministrativo ed economico della Val di Sole. L'aspetto della borgata è moderno, influenzato dal disastroso incendio del 1892, caratterizzato dalle numerose piazze che ne testimoniano la secolare vocazione commerciale e amministrativa. Sede della Comunità di Valle e centro apprezzato di soggiorno, Malè vede tra le attività economiche prevalenti l'artigianato ed il commercio, accanto all'agricoltura e all'allevamento, con la celebre mostra-mercato autunnale di San Matteo.

Di grande rilevanza infine è la presenza associazionistica: Malè è sede di numerose società sportive, culturali, tra cui il Centro Studi per la Val di Sole, di protezione civile, come i Vigili del Fuoco volontari.

A pochi km dal Parco Nazionale dello Stelvio, dal Parco Naturale Adamello-Brenta e dalle Terme di Rabbi, d'estate offre opportunità di praticare sport, passeggiate ed escursioni di ogni tipo, oltre agli sport più estremi come free climbing, rafting, e ponting. D'inverno invece Malè è punto di partenza ideale per lo sci da fondo, escursioni con racchette da neve ed escursioni di scialpinismo. Gli impianti di risalita di Marilleva-Folgarida e Madonna di Campiglio si trovano a pochi km di distanza.

Gli addetti extragricoli, a Malè, si ripartiscono in maniera pressoché equivalente fra industria ed altre attività, mentre risulta più ridotta la quota del commercio e turismo; anche nei comuni dell'unità insediativa e del comprensorio gli addetti si distribuiscono maggiormente fra industria ed altre attività e meno nel commercio e turismo, se pur con percentuali differenti.

Il turismo non rappresenta quindi l'attività prevalente a Malè, così come nella sua unità insediativa mentre risulta rilevante nell'intero comprensorio della Valle di Sole. Occorre però sottolineare la relativa consistenza a Malè di posti letto in alloggi privati e soprattutto in seconde case.

Per valutare quantitativamente il ruolo del comune di Malè dal punto di vista occupazionale rispetto all'area in cui risulta inserito si può fare riferimento al rapporto tra attivi ed addetti e al pendolarismo per motivi di lavoro.

Il primo indicatore, che mette in relazione i lavoratori residenti nel comune (gli attivi) con gli occupati nel territorio comunale (gli addetti) riferiti al settore privato, evidenzia valori positivi nell'industria e nelle sezioni del commercio, degli affari immobiliari e dell'intermediazione monetaria e finanziaria e negativi solo nella sezione "alberghi e ristoranti".

La capacità attrattiva di Malè rispetto ai comuni limitrofi, risulta ancor più evidente dall'analisi dei flussi pendolari in entrata ed in uscita. Complessivamente le persone che escono dal comune per motivi di lavoro sono pari a più della metà degli occupati totali del comune. I movimenti in entrata sono ancora più rilevanti, infatti i pendolari, giornalieri e non, che entrano a Malè rappresentano oltre il 60% di coloro che lavorano nel comune. I flussi del pendolarismo giornaliero, con pendolari in entrata e in uscita, presentano un saldo positivo di persone in entrata.

La provenienza dei pendolari giornalieri vede in testa Rabbi, seguito da altri comuni della Valle di Sole: Croviana, Terzolas, Caldes, Monclassico e Commezzadura. Per quanto riguarda la destinazione di quelli in uscita sono in testa Dimaro e Cles, Trento, seguiti da alcuni comuni della Valle di Sole.

Degli occupati residenti, che indicano il mezzo utilizzato per recarsi al lavoro, circa il 50% indica un mezzo motorizzato privato (soprattutto in automobile).

La percentuale degli addetti, che usano un mezzo motorizzato per raggiungere il posto di lavoro, risulta ancor più elevata: infatti, dei lavoratori occupati nel territorio comunale, che hanno dato indicazioni in merito, oltre il 60% utilizzano un mezzo motorizzato.

## 2.3 Evoluzione storica dell'illuminazione sul territorio comunale

### Sono riportate di seguito Immagini storiche :

Nelle quali si può vedere la tipologia degli apparecchi di illuminazione installati nei vari periodi storici.



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (Ambrosiani Luigi e Francesco)-Malè-Veduta chiesa dell'Assunzione (1945/1953)**



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (Ambrosiani Luigi e Francesco)- Malè, Magras – Ponte Torrente Rabbies (1947/1953)**



Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (Ambrosiani Luigi e Francesco)- Malè – Scorcio albergo alle alpi (1954/1956)



Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL.1 – 1950/1960) – Malè - Veduta centro



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL.1 – 1920/1930) – Malè – Chiesa parrocchiale dell'Assunta**



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (MISCELL.1 – 1940/1950) – Malè – Stazione ferroviaria**



**Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (Pedrotti/fratelli –1928/1979 )- Malè – Facciata del grande albergo Malè**



Provincia Autonoma di Trento – Soprintendenza per i beni Storico – artistici – Archivio Storico Fotografico (Perdomi Sergio –1922/1935 )- Malè – Hotel Malè

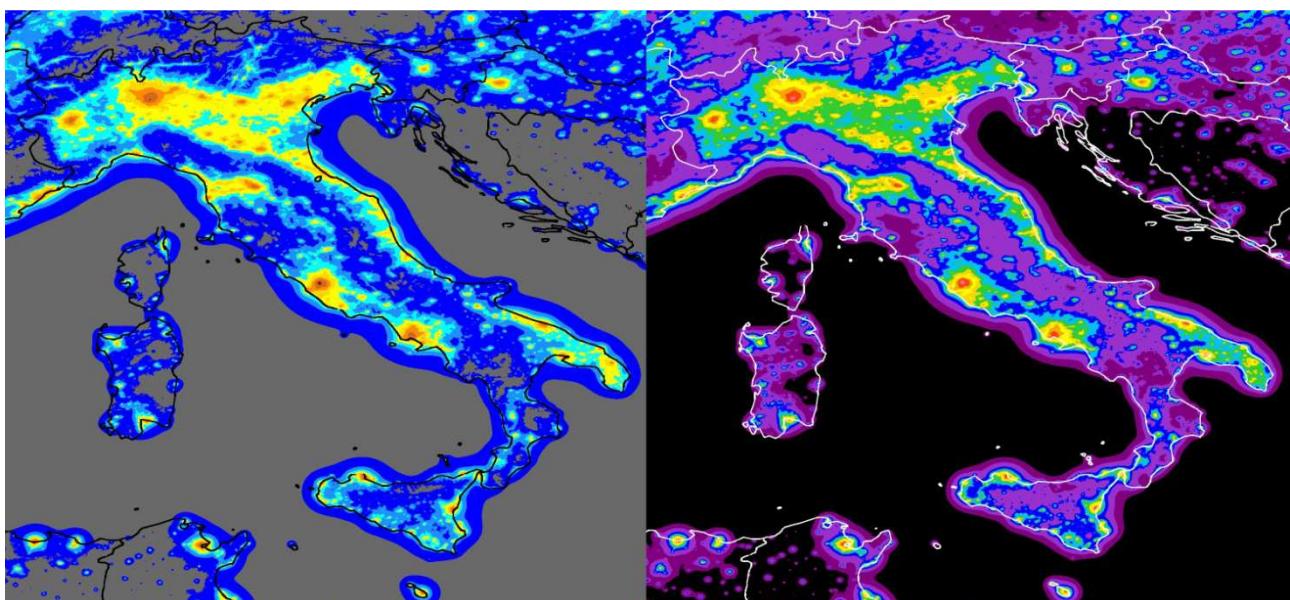
## 2.4 Zone di protezione dall'inquinamento luminoso

Con il termine area sensibile all'inquinamento luminoso si intende il sistema regionale delle aree naturali protette, i siti della Rete Natura 2000 e gli osservatori astronomici ed astrofisici, professionali e non professionali, di rilevanza regionale o interprovinciale che svolgono attività di ricerca scientifica o di divulgazione.

All'interno del Comune di Arco e nei territori circostanti, per un raggio di 20 km non sono allo stato attuale presenti osservatori astronomici o astrofisici.

L'illuminazione esterna, di qualsiasi tipo, è la causa dell'inquinamento luminoso, definito come l'alterazione dei livelli naturali di luce presenti nell'ambiente notturno. L'effetto più evidente di questo tipo di inquinamento è l'aumento della luminosità del cielo notturno, con conseguente perdita da parte della popolazione della possibilità di vedere quello che da molti è stato definito come il più grande spettacolo della natura. Oltre al danno estetico si ha un danno culturale di portata difficilmente valutabile: le nuove generazioni stanno progressivamente perdendo il contatto con il cielo stellato, lasciandosi sfuggire una spinta all'approfondimento del sapere scientifico: motore del benessere economico e sociale di ogni civiltà.

Secondo il Rapporto ISTIL 2001 sullo stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia, le Regioni più fortunate sono Trentino Alto-Adige, Basilicata e Valle d'Aosta ove la Via Lattea è ancora visibile per quasi tutti almeno nelle notti più serene. Naturalmente queste proiezioni non tengono conto di situazioni locali, come ad esempio di chi ha la sfortuna di vivere di fronte ad un centro commerciale illuminato tutta la notte, e si riferiscono ad un osservatore di normali capacità visive e a notti molto limpide.



La mappa mostra la visibilità delle stelle in Italia (ogni livello colorato della scala corrisponde a 0.25 magnitudini, l'unità usata dagli astronomi per indicare la luminosità delle stelle). Si noti che in alcune zone delle alpi c'è la stessa visibilità stellare che c'è nelle zone non inquinate in mezzo al mare. Potrebbe perciò sembrare che queste aree non siano inquinate, ma in montagna la trasparenza del cielo è maggiore che a livello del mare e quindi si dovrebbero vedere stelle più deboli. Non si vedono perché in realtà quelle montagne sono inquinate, come è evidente nella mappa a destra che mostra la perdita di magnitudine (ogni livello indica una perdita di 0.2 magnitudini). Ogni mezza magnitudine grossomodo si dimezza il numero di stelle visibili.

Credits: P. Cinzano, F. Falchi (University of Padova), C. D. Elvidge (NOAA National Geophysical Data Center, Boulder). Copyright ISTIL 2001.

I risultati di questo Rapporto ISTIL 2001 forniscono un quadro preoccupante. Il cielo notturno in Italia è molto più degradato di quanto si creda normalmente. La totalità degli italiani non può godere di un cielo incontaminato dal luogo dove vive e per più di metà di essi la visione è privata della sua componente più significativa: la Via Lattea. Il problema è grave perché è in gioco la percezione dell'Universo, un "mondo" sul quale l'unica finestra per la popolazione è rappresentata dal cielo stellato.

Il cielo notturno risulta degradato anche nelle aree di montagna, nel mare, per molti chilometri dalla costa, o in aree piuttosto isolate e poco popolate. In genere ciò è dovuto principalmente all'inquinamento luminoso proveniente dalle zone densamente popolate delle pianure che si propaga a centinaia di chilometri. Questo implica che per proteggere efficacemente il cielo notturno è necessario applicare misure anti-inquinamento

luminoso all'intero territorio, abbandonando l'obsoleto sistema delle aree di protezione "a cipolla". Inoltre è necessario ridurre efficacemente tutte le emissioni luminose in atmosfera. In particolare, è necessario porre estrema cura ad impedire quelle emissioni che a causa della loro direzione sono suscettibili di propagarsi a distanze elevate alimentando un deleterio effetto di addizione

## 2.5 Aree omogenee

Sono state individuate le aree omogenee che possono in particolare essere suddivise dalle tipologie di strade individuate in relazione agli strumenti urbanistici vigenti, al codice della strada e alle normative tecniche europee ed alla morfologia del terreno come di seguito indicato:

- industriali e artigianali;
- aree commerciali
- residenziali;
- aree verdi;
- centri storici;
- aree di aggregazione;
- aree pedonali
- parcheggi;
- zone per la ricreazione sportiva.

In particolare ai fini di una migliore distribuzione e/o ridistribuzione della luce sul territorio si riportano le seguenti osservazioni e considerazioni preliminari sulla tipologia di illuminazione per ogni area omogenea.

### Aree industriali ed artigianali

Tale area può avere, anche dal punto di vista dell'illuminazione, un notevole impatto sul territorio e la notevole frammentazione rispetto a quella che può essere una illuminazione pubblica non facilita il controllo degli insediamenti.

L'illuminazione di queste aree deve essere realizzata privilegiando aspetti di efficienza, funzionalità e ridotto impatto manutentivo.

### Centri storici e cittadini ed aree pedonali e di possibile aggregazione

Il Comune di Malè, presenta nuclei storici in ogni frazione e uno piuttosto esteso nel centro di Malè. L'illuminazione di questi contesti merita interventi di valorizzazione mirati che risaltino la storia comunale e i principali aggregati storici.

### Aree Residenziali

Le aree residenziali si concentrano attorno ai nuclei storici di Malè e delle Frazioni presenti nel comune di Malè.

Le aree residenziali saranno probabilmente la principale causa dell'espansione urbanistica futura del territorio, è quindi necessario tenere sotto controllo i loro sviluppi sia negli impianti tecnologici pubblici, sia nelle nuove lottizzazioni private, non lasciando l'iniziativa ai lottizzanti in merito a decisioni di interesse pubblico quale è l'illuminazione.

### Aree Verdi

Le aree dedicate a verde pubblico ed attrezzate occupano uno spazio piuttosto importante del territorio anche in considerazione del fatto dell'importanza che rivestono le attrezzature e gli impianti turistici nell'economia del comune di Malè, che in ogni caso non si basa prevalentemente sul turismo.

L'illuminazione di queste aree che devono anche avere una funzione estetica ha la triplice funzione, di valorizzazione, sicurezza e salvaguardia dell'ambiente notturno e per questo deve essere attenta, limitata, gradevole ed efficace.

### Impianti destinati alla ricreazione sportiva

Tali impianti necessitano di maggiore attenzione soprattutto dal punto di vista illuminotecnico in quanto possono costituire una delle principali forme di inquinamento luminoso e ottico.

Questo aspetto è ancora più evidente e da monitorare se si considera che, quantunque la loro accensione sia limitata nel tempo, si rischia di influenzare l'intero ecosistema della montagna per le intensità luminose che detti impianti sono in grado di erogare.

Allegata a tale paragrafo si propone una cartografia delle Aree omogenee dal punto di vista illuminotecnico, elaborato n° 3.6 “Aree Illuminotecniche Omogenee - Tipologici”.

# CAPITOLO III

## ILLUMINAZIONE DEL TERRITORIO: CENSIMENTO E STATO DI FATTO

### PREMESSA

#### **Il software Rilievo-ILL**

Il software Rilievo-ILL, supporto informatico sviluppato a cura dell'Agenzia Provinciale per l'Energia; tale strumento è stato pensato per il rilievo e la successiva elaborazione dei dati relativi ai corpi illuminanti installati all'interno dei territori comunali.

L'applicativo è inoltre pensato per la redazione dei piani di intervento comunali di cui all'art. 3 della legge provinciale n. 16/2007 e predispone i dati raccolti ed elaborati nel formato richiesto per la presentazione all'amministrazione provinciale.

Il software consiste in un database gerarchicamente organizzato in schede che posso essere visualizzate singolarmente o come elenco contenente i dati caratteristici di ciascuna voce.

E' inoltre presente un database contenente la classificazione delle tipologie di strada, del loro utilizzo, e delle caratteristiche di sostegni, apparecchi e lampade maggiormente diffusi sul territorio.

Una prima maschera consente l'inserimento dei dati raccolti durante il sopralluogo relativi alla disposizione dei corpi illuminanti, ai quadri elettrici, alle geometrie dei compiti visivi e alle reti di distribuzione; questi possono essere direttamente scaricati all'interno del database tramite un processo di sincronizzazione se la raccolta dati è stata effettuata utilizzando l'applicativo per tablet appositamente sviluppato e reso disponibile assieme al software.

Una seconda maschera consente l'elaborazione delle informazioni raccolte tramite l'inserimento dei dati di pianificazione relativi alle aree omogenee e dei risultati delle rispettive analisi illuminotecniche. Ciò consente di arrivare alle determinazione della conformità mediante la compilazione dei Modelli A /B previsti dalla normativa provinciale, di individuare le criticità presenti sul territorio e di suggerire per queste delle proposte progettuali che migliorino le situazioni non conformi o inefficienti.

Una terza scheda consente la visualizzazione riepilogativa dello stato di fatto (relativo alla situazione attuale), lo stato di progetto (che presuppone la realizzazione di tutti gli interventi suggeriti) e quello di intervento (che riporta le sole situazioni in cui è necessario intervenire per garantire il rispetto della legge provinciale). Altre funzioni permettono la stampa degli elaborati e la gestione degli allegati quali Tavole Grafiche e relazioni tecniche; questi saranno gli elaborati richiesti al momento della consegna all'amministrazione provinciale del piano comunale di intervento che vengono raccolti all'interno di un'apposita cartella.

Il programma Rilievo-ILL, in versione applicativa per PC ed il database elaborato vengono consegnati all'amministrazione comunale unitamente alla presente relazione ed i vari allegati elencati richiesti, in modo che possa essere assicurato, a cura del personale comunale, un costante aggiornamento dei dati inseriti, così da rendere il software un utile strumento per l'analisi e la pianificazione dell'illuminazione pubblica comunale.

## **CENSIMENTO**

Tutti i dati relativi nel censimento dei corpi illuminanti sono raccolti nell'allegato 2.1 (Schede COMPOSIZIONI, contenenti l'elencazione dei principali aspetti tecnici da rilevare) - Censimento disponibile anche nella versione multimediale del piano.

SI RIPORTA IL SIGNIFICATO DEI SIMBOLI UTILIZZATI:

### **Tipologia Apparecchi**

Tipologia Apparecchi		
<b>ID</b>	<b>Id_A</b>	<b>Descrizione</b>
<b>1</b>	STA	Stradale classe A
<b>2</b>	STB	Stradale classe B
<b>3</b>	STC	Stradale classe C
<b>4</b>	STE	Stradale non classificato ed obsoleto (E)
<b>5</b>	TCA	Tecnico classe A
<b>6</b>	TCB	Tecnico classe B
<b>7</b>	TCC	Tecnico classe C
<b>8</b>	TCE	Tecnico privo di ottica (classe E)
<b>9</b>	ARA	Artistico classe A
<b>10</b>	ARB	Artistico classe B
<b>11</b>	ARC	Artistico classe C
<b>12</b>	ARE	Artistico privo di ottica (classe E)
<b>13</b>	PRA	Proiettore asimmetrico (classe A)
<b>14</b>	PRG	Proiettore simmetrico generico
<b>15</b>	IND	Incasso a terreno/pavimento classe D
<b>16</b>	GLC	Globo con ottica per ottenere classe C
<b>17</b>	GLE	Globo in genere (classe E)
<b>18</b>	RES	Apparecchi ad uso residenziale
<b>19</b>	ALT	Altro non catalogato

### **Tipologia Sorgenti Luminose**

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

L'ESITO DEL RILIEVO HA DETERMINATO IL NUMERO DI PUNTI LUCE TOTALI SUL TERRITORIO COMUNALE :

Elenco Composizioni						
Composizione	Descrizione	Apparecchio	Sorgente	W	Sostegni	Apparecchi
A01	A01-Palo dritto+Artistico [A]V - MARCA NERI , modello PQ313A con schermo vetro piano	ARA	JM	70,00	80,00	80,00
A02	A02-Palo dritto+Artistico [A]V - MARCA NERI modello PN313L a LED	ARA	LED	30,00	6,00	6,00
A03	A03-Palo dritto+Stradale [A]> - MARCA DISANO	STA	SAP	70,00	6,00	6,00
A04	A04-Esterno parete+Artistico [A]V - MARCA NERI, modello SQ313A con schermo piano vetro trasparente	ARA	JM	100,00	10,00	10,00
A05	A05-Palo+sbraccio+Artistico [A]V - MARCA NERI CON SCHERMO PIANO VETRO TRASPARENTE	ARA	JM	70,00	1,00	1,00
B01	B01-Palo incurvato+Stradale [B]>. Marca Faeber modello Orio	STB	MBF	125,00	15,00	15,00
B02	B02-Palo+sbraccio+Stradale [B]>. Marca Faeber modello Orio	STB	MBF	125,00	3,00	3,00
B03	B03-Palo incurvato+Stradale [B]>. Marca Faeber modello Orio	STB	MBF	125,00	14,00	14,00
B04	B04-Palo+sbraccio+Stradale [B]>. Marca Faeber modello Orio	STB	MBF	125,00	3,00	3,00
B05	B05-Palo incurvato+Stradale [B]>. Marca Faeber modello Orio	STB	MBF	125,00	6,00	6,00
B06	B06-Esterno parete+Stradale [B]>. Marca Faeber modello Orio	STB	MBF	125,00	3,00	3,00
B07	B07-Palo+sbraccio+Stradale [B]>. Marca Faeber modello Orio	STB	MBF	125,00	2,00	2,00
B08	B08-Esterno parete+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	6,00	6,00
B09	B09-Esterno parete+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	5,00	5,00
B10	B10-Esterno parete+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	3,00	3,00
B11	B11-Palo+sbraccio+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	2,00	2,00
B12	B12-Esterno parete+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	8,00	8,00
B13	B13-Esterno parete+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	3,00	3,00
B14	B14-Esterno parete+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	1,00	1,00

Figura 1 : elenco punti luce totali

Elenco Composizioni							
Composizione	Descrizione	Apparecchio	Sorgente	W	Sostegni	Apparecchi	
B15	B15-Tesata+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	4,00	4,00	
B16	B16-Tesata+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	1,00	1,00	
B17	B17-Tesata+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	4,00	4,00	
B18	B18-Palo dritto+Artistico [B]V	ARB	JM	70,00	3,00	3,00	
B19	B19-Palo dritto+Artistico [B]V - MARCA NERI, modello PQ310A con schermo a goccia	ARB	JM	70,00	38,00	38,00	
B20	B20-Palo+n.sbracci+Artistico [B]V- MARCA NERI modello SQ312A con schermo bombato	ARB	JM	200,00	5,00	10,00	
B21	B21-Palo+sbraccio+Artistico [B]V - MARCA NERI, modello SQ312A con schermo bombato	ARB	JM	100,00	23,00	23,00	
B22	B22-Esterno parete+Artistico [B]V - MARCA NERI, modello SQ312A con schermo bombato	ARB	JM	100,00	38,00	38,00	
B23	B23-Palo dritto+Artistico [B]V - MARCA NERI, con chiusura prismatica	ARB	JM	70,00	2,00	2,00	
B24	B24-Palo dritto+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	4,00	4,00	
B25	B25-Palo+n.sbracci+Artistico [B]V	ARB	JM	200,00	2,00	4,00	
B26	B26-Palo+sbraccio+Artistico [B]V	ARB	JM	70,00	6,00	6,00	
B27	B27-Palo+n.sbracci+Stradale [B]>	STB	MBF	375,00	1,00	3,00	
B28	B28-Esterno parete+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	1,00	1,00	
B29	B29-Palo+n.sbracci+Stradale [B]>	STB	MBF	250,00	1,00	2,00	
B30	B30-Esterno parete+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	1,00	1,00	
B31	B31-Palo+sbraccio+Artistico [B]V	ARB	JM	100,00	15,00	15,00	
B32	B32-Palo+n.sbracci+Artistico [B]V	ARB	JM	200,00	3,00	6,00	
B33	B33-Palo+sbraccio+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	1,00	1,00	
B34	B34-Palo dritto+Artistico [B]V	ARB	JM	70,00	4,00	4,00	

Figura 2 : elenco punti luce totali

Elenco Composizioni						
Composizione	Descrizione	Apparecchio	Sorgente	W	Sostegni	Apparecchi
B35	B35-Palo incurvato+Stradale [B]>.	STB	MBF	125,00	14,00	14,00
B36	B36-Esterno parete+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	1,00	1,00
B37	B37-Esterno parete+Stradale [B]>	STB	MBF	125,00	1,00	1,00
C01	C01-Palo dritto+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	2,00	2,00
C02	C02-Palo dritto+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	12,00	12,00
C03	C03-Palo incurvato+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	10,00	10,00
C04	C04-Palo incurvato+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	11,00	11,00
C05	C05-Palo incurvato+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	SAP	70,00	23,00	23,00
C06	C06-PALO DIRTTO CON DUE SBRACCI A SQUADRO - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	250,00	1,00	2,00
C07	C07-Palo incurvato+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	14,00	14,00
C08	C08-Palo incurvato+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	4,00	4,00
C09	C09-Palo+sbraccio a squadro+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	3,00	3,00
C10	C22-Palo incurvato+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	1,00	2,00
C11	C11-Palo+n.sbracci+Stradale [B]> - MARCA DISANO	STC	JM	900,00	1,00	6,00
C12	C12-Esterno parete+Tecnico [C]>	TCC	ALT	23,00	5,00	5,00
C13	C13 - Esterno parete - Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	2,00	2,00

Figura 3 : elenco punti luce totali

Elenco Composizioni						
Composizione	Descrizione	Apparecchio	Sorgente	W	Sostegni	Apparecchi
C14	C14-Testa palo+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	SAP	70,00	9,00	9,00
C15	C15-Altro NC+Non definito	ALT	FLU	15,00	6,00	6,00
C16	C16-Palo incurvato+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	1,00	1,00
C17	C17-Testa palo+Stradale [C] - con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	2,00	2,00
C18	C18-Palo dritto+Tecnico [B]>	TCB	JM	70,00	8,00	8,00
C19	C19-Palo dritto+Non definito	STC	SAP	100,00	15,00	15,00
C20	C22-Palo incurvato+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	1,00	2,00
C21	C21-Esterno parete	STC	MBF	125,00	1,00	1,00
C22	C22-Palo incurvato+Stradale [C] - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	MBF	125,00	6,00	6,00
C23	C23-Palo dritto+Non definito	STC	SAP	70,00	4,00	4,00
C24	C24-Palo+n.sbracci+Stradale [B]> - MARCA G.C. Illumination modello AG3VP con chiusura prismatica	STC	SAP	210,00	2,00	6,00
D01	D01-Incasso Terra+Incasso [D]A - HESS - CON RIFLETTORE SIMMETRICO	IND	JM	20,00	6,00	6,00
E01	E01-Palo dritto+Globo [E]A	GLE	MBF	125,00	11,00	11,00
E02	E02-Palo dritto+Globo [E]A. Globo Disano trasparente senza diffusore	GLE	MBF	125,00	15,00	15,00
E03	E03-Palo dritto+Globo [E]A. Doppio globo, bianco, marca Neri	GLE	MBF	250,00	11,00	22,00
E04	E04-Palo dritto+Globo [E]A. Globo opale, marca Disano 1300 OP	GLE	MBF	125,00	11,00	11,00
E05	E05-Palo+sbraccio+Globo [E]A. Globo bianco, marca iGuzzini	GLE	MBF	125,00	15,00	15,00
E06	E06-Palo+n.sbracci+Globo [E]A. Triplo globo opale, marca i Guzzini	GLE	MBF	375,00	1,00	3,00
E07	E07-Palo+n.sbracci+Globo [E]A. Doppio globo opale, marca iGuzzini	GLE	MBF	250,00	2,00	4,00

Figura 4 : elenco punti luce totali

Elenco Composizioni						
Composizione	Descrizione	Apparecchio	Sorgente	W	Sostegni	Apparecchi
E08	E08-Palo dritto+Globo [E]A. Globo opale, marca Disano	GLE	MBF	80,00	10,00	10,00
E09	E09-Palo dritto+Globo [E]A. Globo opale, marca Disano 1300 OP	GLE	MBF	125,00	6,00	6,00
E10	E10-Palo dritto+Globo [E]A	GLE	MBF	125,00	16,00	16,00
E11	E11-Palo dritto+Globo [E]A. Globo opale	GLE	SAP	70,00	30,00	30,00
E12	E12-Palo dritto+Globo [E]A. Globo trasparente e frangiluce, marca Disano	GLE	MBF	80,00	15,00	15,00
E13	E13-Esterno parete+Globo [E]A. Globo trasparente con frangiluce, marca Mareco	GLE	MBF	125,00	2,00	2,00
E14	E14-Palo dritto+Globo [E]A	GLE	MBF	80,00	5,00	5,00
E15	E15-Palo dritto+Globo [E]A	GLE	MBF	80,00	6,00	6,00
E16	E16-Palo dritto+Globo [E]A	GLE	FLU	80,00	6,00	6,00
E18	E18-Esterno parete+Globo [E]A. Globo opale, marca iGuzzini	GLE	MBF	125,00	2,00	2,00
E19	E19-Tesata+Stradale [E]>	STE	MBF	125,00	6,00	6,00
E20	E20-Tesata+Stradale [E]>	STE	MBF	125,00	8,00	8,00
E21	E21-Palo dritto+Globo [E]V	GLE	ALT	15,00	11,00	11,00
E22	E22-Tesata+Stradale [E]>	STE	ALT	125,00	2,00	2,00
E23	E23-Tesata+Stradale [E]>	STE	MBF	125,00	1,00	1,00
E24	E24-Palo dritto+Globo [E]V - Trasparente con diffusore	GLE	MBF	125,00	4,00	4,00
E25	E25-Palo dritto+Globo [E]V	GLE	MBF	80,00	5,00	5,00
E26	E26-Palo dritto+Globo [E]V	GLE	MBF	80,00	7,00	7,00
E27	E27-Palo dritto+Globo [E]V	GLE	MBF	125,00	14,00	14,00
E28	E28-Palo dritto+Globo [E]V	GLE	MBF	80,00	3,00	3,00
E30	E30-Palo dritto+Globo [E]V	GLE	MBF	80,00	6,00	6,00

Figura 5: elenco punti luce totali

Elenco Composizioni							
Composizione	Descrizione	Apparecchio	Sorgente	W	Sostegni	Apparecchi	
E31	E31-Palo dritto+Globo [E]V	GLE	FLU	70,00	5,00	5,00	
E32	E32-Esterno parete+Globo [E]V - GLOBO OPALE	GLE	MBF	80,00	2,00	2,00	
E33	E33-Palo dritto+Globo [E]V	GLE	SAP	70,00	6,00	6,00	
P01	P01-Sottogronda+Proiettore SM	PRG	JM	250,00	14,00	14,00	
P02	P02-Sottogronda+Proiettore SM	PRG	JM	250,00	11,00	11,00	
P03	P03-Sottogronda+Proiettore SM - Illuminazione d'accento	PRG	SAP	250,00	1,00	1,00	
P04	P04-Esterno parete+Proiettore SM	PRG	JM	250,00	2,00	2,00	
P05	P05-Sottogronda+Proiettore SM	PRG	JM	250,00	6,00	6,00	
P06	P06-Esterno parete+Proiettore SM. Illuminazione d'accento.	PRG	SAP	70,00	1,00	1,00	
P07	P07-Altro NC+Proiettore AS - MARCA DISANO modello RODIO 1 ASIMMETRICO	PRA	SAP	70,00	1,00	1,00	
P08	P08-Sottogronda+Proiettore SM	PRG	JM	250,00	1,00	1,00	
P09	P09-Altro NC+Proiettore SM	PRG	JM	70,00	1,00	1,00	
P10	P10-Sottogronda+Proiettore SM - IMPIEGO PER ILLUMINAZIONE D'ACCENTO	PRG	SAP	250,00	2,00	2,00	
P11	P11-Altro NC+Proiettore SM - ILLUMINAZIONE D'ACCENTO MONUMENTO PIAZZA G. GARIBALDI- FISSATO A TERRA	PRG	SAP	250,00	1,00	1,00	
P12	P12-Altro NC+Proiettore SM - ILLUMINAZIONE D'ACCENTO MONUMENTO AI CADUTI MAGRAS E ARNAGO	PRG	SAP	250,00	1,00	1,00	
P13	P13-Paletto(< 1,5m)+Proiettore SM	PRG	SAP	250,00	1,00	1,00	
P14	P14-Paletto(< 1,5m)+Proiettore SM	PRG	SAP	250,00	2,00	2,00	
P15	P15-Esterno parete+Proiettore AS	PRA	JM	70,00	1,00	1,00	
P17	P17-Esterno parete+Proiettore SM - ILLUMINAZIONE D'ACCENTO CHIESA S. MARCO	PRG	SAP	70,00	1,00	1,00	

Figura 6: elenco punti luce totali

**791** **831**

### **3.1- ILLUMINAZIONE PUBBLICA: STATO DI FATTO**

Le aree tematiche analizzate sono le seguenti:

1. Tipologie di applicazioni
2. Tipologie di corpi illuminanti
3. Tipologie di sorgenti luminose
4. Tipologie di sostegni

La base di dati è ovviamente costituita dal parco lampade di proprietà comunale, che conta complessivamente **791** punti luce con **831** apparecchi di illuminazione.

#### **1. Tipologie di applicazioni**

Le considerazioni che ci sembra utile fare sono le seguenti:

1. L'illuminazione di tipo stradale e artistico rappresenta la maggior parte dei punti luce del totale.
2. Si evidenzia una consistente parte di punti luce di tipo globo (arredo urbano).

#### **2. Tipologia degli apparecchi illuminati**

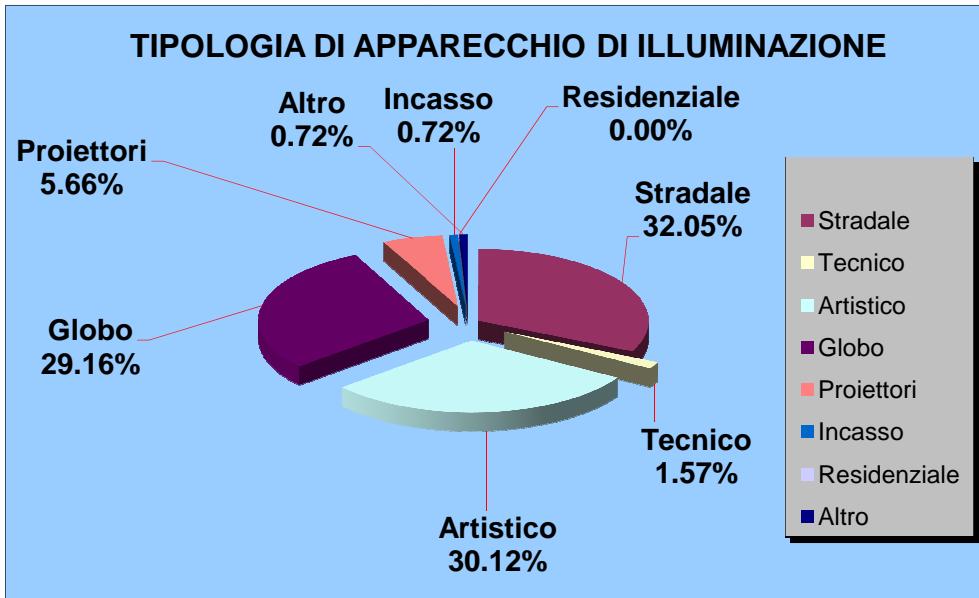
Questa valutazione comprende il legame che dovrebbe esistere tra la funzionalità e la tipologia d'apparecchio e la presenza di anomalie.

#### **Tipologia Apparecchi**

Si rileva:

- Il risultato di questa valutazione è che praticamente tutti corpi illuminanti stradali (32,05%) sono stati impiegati quasi esclusivamente in applicazioni stradale. Non c'e' stato quindi un abuso di tale tipologia illuminante, anzi una parte di altri apparecchi anche più decorativi "artistici" (30,12%) sono stati impiegati in ambito stradale.
- Una percentuale consistente dei corpi illuminanti presenti sul territorio pubblico sono del tipo globo (29,16%).
- Gli apparecchi d'arredo "artistici" sono il 30,12% del totale. Una sufficiente cifra di corpi illuminanti è dedicata alla valorizzazione del territorio.
- Gli apparecchi del tipo a proiettore, infine, sono 5,66% del totale per quanto riguarda l'impiego non in ambito sportivo. Per quanto riguarda i proiettori utilizzati negli impianti sportivi vengono analizzati separatamente di seguito nello specifico.

<b>Tipologia apparecchio</b>	<b>Classificazione</b>	<b>Quantità</b>	<b>%</b>
Stradale	STA – STB – STC –STE	271	32,05%
Tecnico	TCA – TCB – TCC - TCE	13	1,57%
Artistico	ARA – ARB – ARC - ARE	247	30,12%
Globo	GLE - GLC	242	29,16%
Proiettori	PRG - PRA	47	5,66%
Incasso	IND	6	0,72%
Residenziale	RES	0	0%
Altro	ALT	5	0,72%
<b>TOTALE</b>		<b>831</b>	



3.2: Tipologia di apparecchi per l'illuminazione pubblica

### a. Stradale - Tecnico

Tipologia chiusura apparecchio	Quantità	%
Piana 0°	6	1,42%
Bombata o curva	291	67,85%
Lampada sporgente	17	4,02%
Chiusura aperta	113	26,71%

Il 67,85 % degli apparecchi illuminanti di tipologia stradale/tecnico sono del tipo a vetro curvo, e quindi essendo classificabili in classe B o C o E in base alla legge provinciale n°16/2007 è richiesta come vedremo in seguito una valutazione che deve essere condotta in accordo alle indicazioni previste dall'Allegato B (soluzione calcolata).

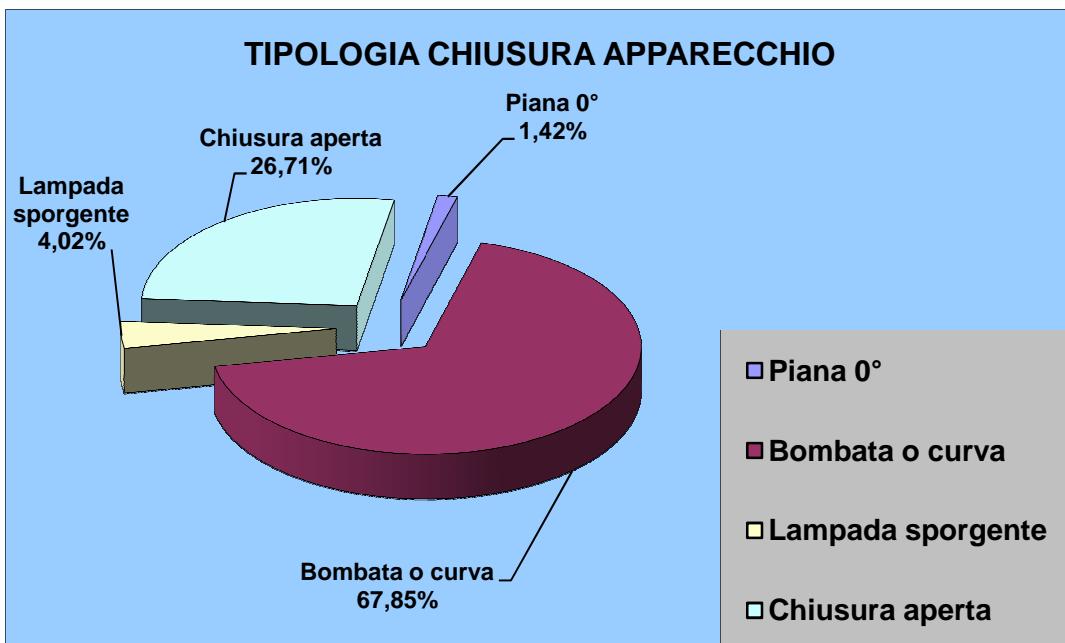


Grafico 3.3: Tipologia di chiusura apparecchi per l'illuminazione pubblica stradali/tecnici  
Segue una tavola sinottica delle tipologie stradali presenti sul territorio comunale più comuni

STRADALE – Vetro bombato o Curvo			
T I P O L O G I A			
	<b>G.C. ILLUMINATION – AG3V</b>	<b>G.C. ILLUMINATION – AG3V</b>	<b>G.C. ILLUMINATION – AG3V</b>
			<b>G.C. ILLUMINATION – AG3V</b>

Tavola 3.2 a: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con vetro curvo

STRADALE – Vetro piano 0°			
T I P O L O G I A			
	<b>Disano - Stradale</b>	<b>Disano</b>	

Tavola 3.3 a: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con vetro piano

STRADALE			
Chiusura aperta		Lampada Sporgente	
T I P O L O G I A			
	<b>n.d.</b>	<b>Faeber</b>	<b>Faeber</b>
			
			<b>n.d.</b>

Tavola 3.4 a: Tipologia degli apparecchi illuminanti stradali con chiusura aperta o lampada sporgente

TECNICO – Vetro bombato o Curvo		
TIPOLOGIA		
	n.d.	n.d.

Tavola 3.2 b: Tipologia degli apparecchi illuminanti, tecnico con vetro bombato o curvo

## b. Arredo Urbano

### (Tipologia apparecchio illuminante: artistico e globo)

Più interessante della distribuzione delle tipologie di corpi illuminanti d'arredo è capire i modelli più impiegati fra i prodotti considerati ed il loro grado di efficacia illuminante.

Tipo di Apparecchio	Quantità	%
Artistico - NERI – SQ313A	95	16,64%
Artistico - NERI – PQ313A	80	14,01%
Artistico - NERI – SQ 312 A	102	17,69%
Artistico - NERI – PQ 310 A	45	7,88%
Artistico – NERI – PN313L	6	1,05%
Artistico – Altri	2	0,35%
Globi	242	42,38%

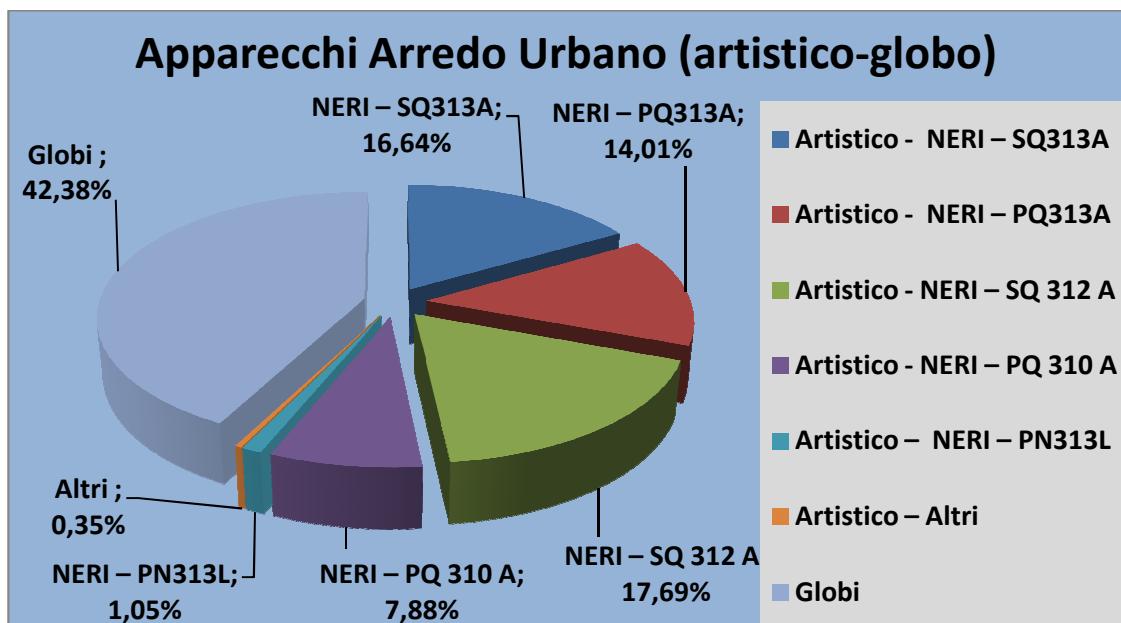


Grafico 3.4: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo urbano

Tavola sinottica delle tipologie di apparecchi d'arredo.

ARREDO URBANO (ARTISTICO) – Vetro piano 0°				
TIPOLOGIA				
	NERI – SQ313A	NERI – SQ313A	NERI – PQ313A	NERI – PN313L
ARREDO URBANO (ARTISTICO) – Vetro bombato o Curvo				
TIPOLOGIA				
	NERI – SQ 312 A	NERI – SQ 312 A	NERI – PQ 310 A	
TIPOLOGIA				
	NERI – SQ 312 A		NERI – n.d.	

Tavola 3.4: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo - Artistico

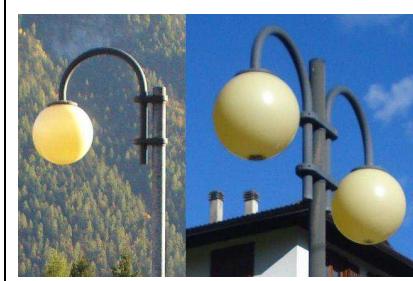
ARREDO URBANO (GLOBO)				
TIPOLOGIA				
	GUZZINI - GLOBI	GUZZINI - GLOBI	n.d. - GLOBI con diffusore	
TIPOLOGIA				
	NERI - GLOBI	n.d. – GLOBI - TRASPARENTE	n.d. – GLOBI - OPALE	

Tavola 3.5: Tipologia degli apparecchi illuminanti d'arredo - Globo

Nonostante esistano vari distinguo in merito alla conformità di tali prodotti alle normative provinciali, come vedremo in seguito, in merito all'efficacia illuminante possiamo dire che pur con diversi distinguo i corpi illuminanti, che non hanno una chiusura a vetro piano, di figura 3.4 e 3.5 sono tendenzialmente a bassa efficienza.

### c. Proiettori

Se si escludono quelli dedicati ad impianti sportivi non oggetto di questa valutazione e comunque adeguati per tale applicazione, si sono rilevati **n° 55** proiettori in ambito non sportivo ed in particolare sono posizionati prevalentemente a parete mentre n°12 sono utilizzati per l'illuminazione d'accento.

PROIETTORI				
TIPOLOGIA				
	n.d.	n.d.	n.d.	hess
				
Disano - Orion	n.d.	n.d.		

### d. Altri tipi

TIPOLOGIA	
	n.d.

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi al tipo di apparecchi, ai sistemi di chiusura ed ai modelli sono raccolti Elaborato 2.2– “Schede tecniche composizioni” consultabili anche nel software per PC (Rilievo-ILL) fornito all’amministrazione

### 3. Tipologia di sorgenti luminose

Per quanto riguarda i tipi di lampade installate si rileva quanto segue:

- Il 45,85% dei punti luce sono del tipo a vapori di mercurio e questo fa notare come debba essere avviata la completa riconversione degli impianti (da completare entro il 2015) con lampade conformi alla Direttiva Europea 2005/32/CE recepita dal Regolamento (CE) N 245/2009.
- Il 12,68% sono del tipo al sodio alta pressione.
- Il 38,05% dei punti luce sono agli alogenuri metallici e solo lo 0,73% a Led.

Ricordiamo che in questa sezione non sono state prese in considerazione le sorgenti degli impianti sportivi.

Tipo di Sorgente	Quantità	%
Vapori di mercurio (MBF)	384	45,66 %
Sodio Alta Pressione (SAP)	110	13,25 %
Alogenuri metallici (JM)	298	36,39 %
LED	6	0,72 %
Fluorescenza (FLU)	22	2,65 %
Altro	11	1,33 %

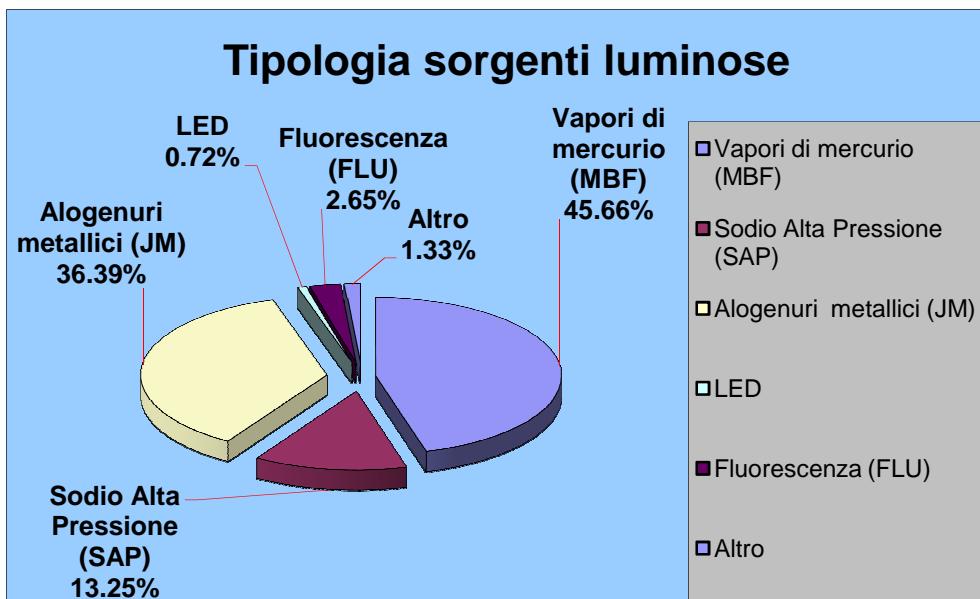


Grafico 3.6: Tipologia delle sorgenti luminose

Le potenze medie impiegate (esclusi i campi sportivi) sono pari a 103,6 W che è un valore accettabile anche considerando la presenza di strade di una certa importanza.

Potenza delle sorgenti	Quantità	%
250 W	42	5,06 %
150 W	6	0,72 %
125 W	315	37,35 %
100 W	121	15,06 %
80 W	77	9,28 %
70 W	236	28,43 %
30 W	6	0,72 %
23 W	5	0,60 %
20 W	6	0,72 %
15 W	17	2,05 %

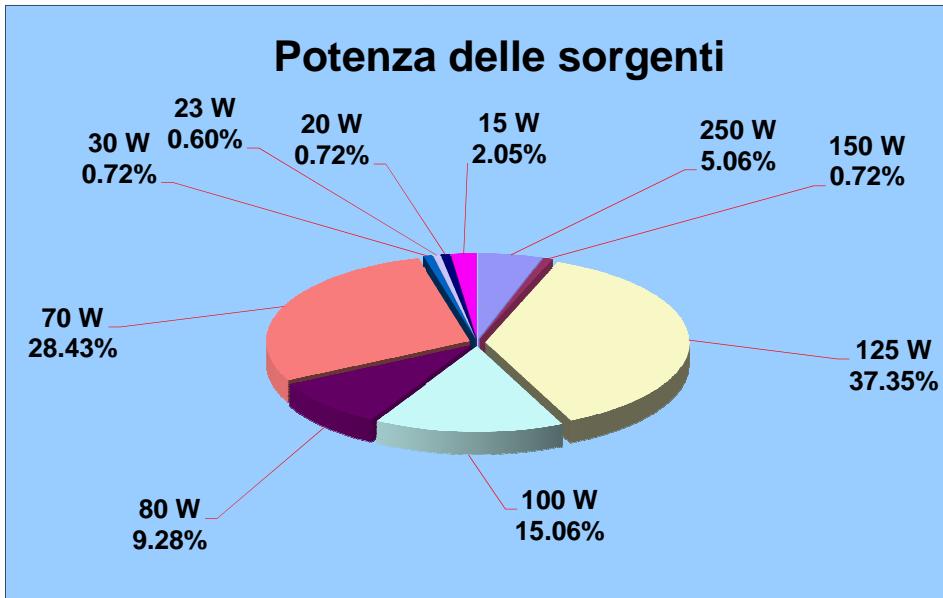


Grafico 3.7a: potenze delle sorgenti luminose installate

La potenza installata media per punto luce è un indice dell'efficienza energetica del parco apparecchi-lampade, infatti a parità di flusso diretto sulla sede stradale, maggiori sono l'efficienza ottica degli apparecchi e l'efficienza luminosa delle lampade e minore è la potenza installata delle lampade medesime. Valori intorno ai 100W per punto luce, incluse le perdite, sono tipici di una buona efficienza. Nel Comune di Malè la presenza di un numero significativo di lampade ai vapori di mercurio (45,66% con potenza 125W), che costituiscono una tecnologia ormai superata perché inefficiente (40÷50 lm/W) e una vita utile ridotta limita l'efficienza energetica raggiungibile dagli impianti di illuminazione pubblica.

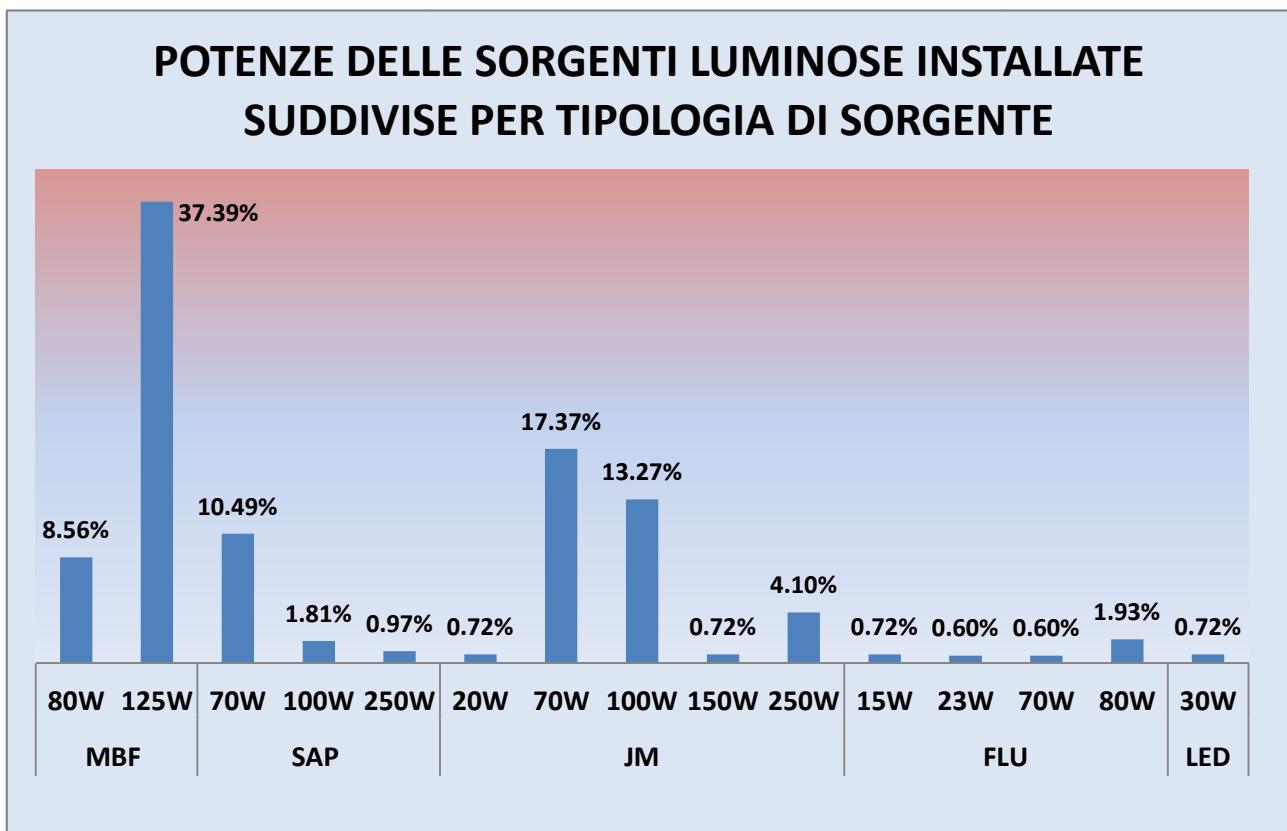


Grafico 3.7b: potenze delle sorgenti luminose installate suddivise per tipologia di sorgente

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi alle sorgenti ed alle potenze installate sono raccolti negli allegati: Elaborato 2.2– “Schede tecniche composizioni” consultabili anche nel software per PC (Rilievo-ILL) fornito all’amministrazione e nell’ Elaborato Dis.3.2– “Rilievo e classificazione apparecchi illuminanti e tipologie sorgenti luminose” .

#### 4. Tipologia di supporti

Tipo di Supporto	Quantità	%
Palo Dritto (PD)	398	50 %
Palo Incurvato (PC)	118	13 %
Palo+sbraccio (PS)	74	10 %
Palo+ n° sbracci (PM)	21	2 %
Paletto (<1,5 m)	3	0,38 %
Esterno Parete (EP)	100	14,52 %
Sottogronda	35	4,71 %
Tesata (TS)	26	3,31 %
Incasso Terra (IT)	6	1 %
Altro (AL)	10	1,27 %
<b>TOTALE</b>	<b>791</b>	

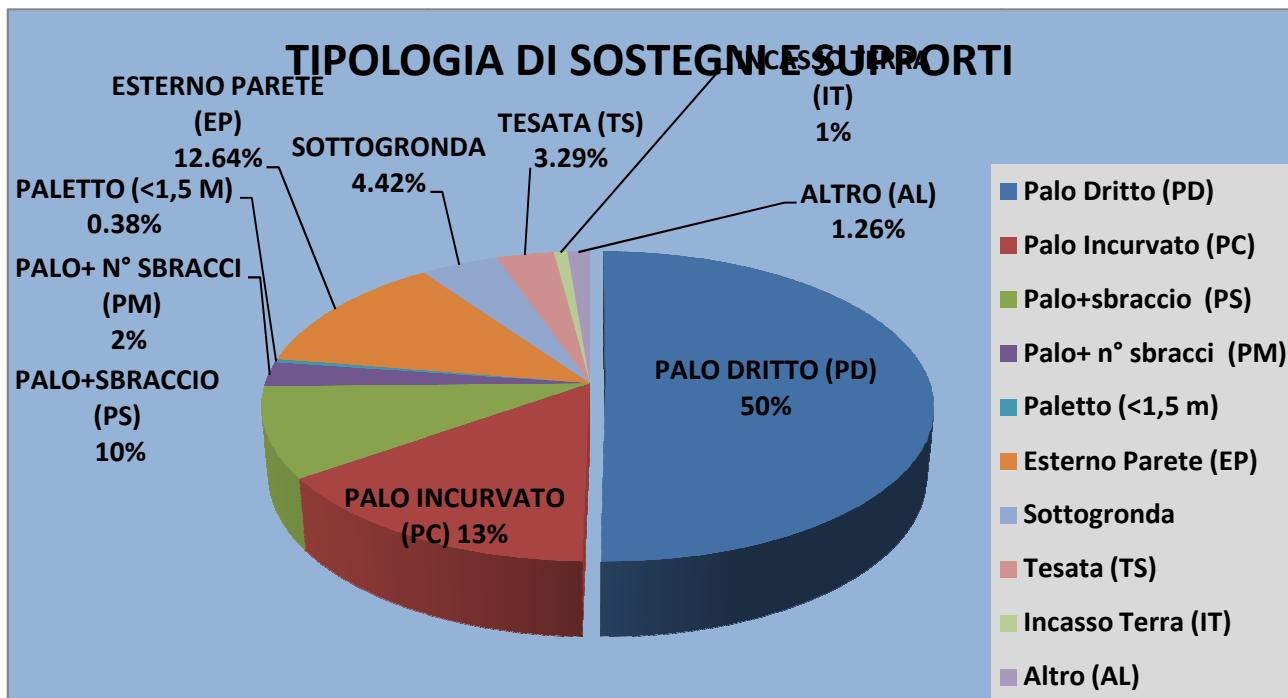


Grafico 3.8: Tipologia di sostegni e supporti

Tra i sostegni presenti sull’intero territorio comunale risulta come tipologia prevalente il palo dritto con il 50% mentre i pali con uno o più sbracci, sono presenti il 10% a sbraccio singolo e il 2% con n° sbracci, pari al 63% del totale dei sostegni. Dei sostegni a palo più sbraccio n°11 sono in CAC.

##### a. Condizioni dei sostegni

Su un totale di **791** sostegni si osserva che risultano da ricondizionare o riverniciare parte degli oltre 600 sostegni a palo in acciaio (verniciato/zincato) e specificatamente i pali in acciaio verniciato più vecchi. Risultano da riverniciare anche molti sostegni esterni a parete, quali i vari sbracci curvi in acciaio verniciato, con diversi raggi di curvatura, utilizzati per gli apparecchi di tipo stradale più vecchi. In modo particolare

devono essere sostituiti o sottoposti a manutenzione i sostegni che presentano segni di corrosione avanzata che ne pregiudicano la stabilità, o risultano danneggiati o presentano criticità come i sostegni in CAC.



Fig. 3.9 – Esempi di sostegni con segni di corrosione

Le asole porta-morsettiera e le morsettiere posizionate anche sui pali più vecchi risultano in media sufficientemente protette da idonei coperchi che ne garantiscano la tenuta “stagna” e la protezione dalle parti attive (morsetti).

**CENSIMENTO:** Tutti i dati relativi alle tipologie dei sostegni, alle loro caratteristiche, sono raccolti nell’allegato: Elaborato 2.2– “Schede tecniche composizioni ” consultabili anche nel software per PC (Rilievo-ILL) fornito all’amministrazione

### **b. Linee elettriche**

Per quanto riguarda le linee elettriche è evidente l’importanza di comprendere se gli impianti di distribuzione elettrica sono idonei per tali attività, senza escludere o dimenticare che gli stessi devono essere anche sicuri in caso di eventi accidentali ed adeguatamente isolati elettricamente e nei confronti degli agenti atmosferici.

Per quanto riguarda i punti luce la maggior parte sono alimentati con cavi di alimentazione interrati mentre solo una piccola parte hanno linee elettriche aeree e sono presenti in particolare nelle frazioni.

L’analisi delle linee elettriche ha portato alla conclusione che la protezione contro i contatti diretti sui pali di illuminazione è in genere garantita.

L’isolamento dei conduttori risulta essere in media ancora efficiente anche sui tratti di linea più datati realizzati in parte con conduttori rigidi. Sono state rilevate delle situazioni in cui l’isolamento elettrico non era garantito; tali casi sono risultati comunque circoscritti a piccole parti di componentistica degli impianti stessi, facilmente sostituibili o comunque risolvibili con adeguate modalità tramite un regolare intervento di manutenzione.

### **c. Condizioni dei corpi illuminanti**

Un analisi dello stato di fatto non può non esimersi dal valutare lo stato dei corpi illuminanti presenti sul territorio ai fini dell’obsolescenza e della capacità di illuminare.

Nell’analisi sotto riportata non viene fatta una valutazione sulla conformità alla legge provinciale infatti quest’ultima è rimandata ai successivi paragrafi, sono inoltre esclusi i proiettori impiegati negli impianti sportivi.

Risultano obsoleti i seguenti corpi illuminanti, che saranno sicuramente oggetto delle proposte di intervento mirate alla loro sostituzione:

- tipo armatura stradale senza vetro di chiusura (n° 109 apparecchi) i quali sono provvisti anche di lampade ai vapori di mercurio;
- tipo armatura stradale con lampada sporgente (n° 17 apparecchi) i quali sono provvisti anche di lampade ai vapori di mercurio. L'apparecchio risulta inadeguato anche dal punto di vista elettrico, essendo privo dell'IP minimo previsto dalle norme sugli apparecchi di illuminazione CEI 34-21, che stabiliscono un grado di protezione minimo IP44 per il vano accessori elettrici ed IP45 per il vano ottico. Nel caso specifico l'apparecchio è privo di chiusura, pertanto non adeguato.

Si ritiene che debbano essere sostituiti anche i corpi illuminanti tipo globo (n° 232 apparecchi) che oltre ad essere fortemente inquinanti presentando considerevoli flussi luminosi dispersi ed avendo una bassa efficienza ottica richiedono potenze delle lampade installate elevate e quindi risultano nel complesso a bassa efficienza.

## 5. Scheda composizione

La scheda composizione (sostegno – apparecchio), consultabile anche nel software per PC (Rilievo-ILL), identifica e raccoglie i dati sensibili e propedeutici per la stesura del piano di illuminazione pubblica. La scheda è strutturata in 2 sezioni: la prima relativa ai dati tecnici della composizione, la seconda descrive un elenco di vie dove tale composizione è presente. In particolare:

### sezione 1

- Codifica (id\_K) e descrizione;
- Immagine; file riferimento immagine
- Numero sostegni ed apparecchi totali
- Elenco apparecchi della composizione
  - Codice progressivo apparecchio (id\_X)
  - Tipo apparecchio;
  - Altezza di installazione;
  - Tipo, numero e potenza sorgente luminosa;
  - Sbraccio e orientamento

### sezione 2

- Tabella elenco vie dove tale composizione è presente e la quantità;
  - Frazione codice (id\_F) e descrizione, Quadro di alimentazione, Codice e nome via
  - Tipo composizione (id\_K) e numero di composizioni (N.S. numero sostegni).

Le schede composizione sono raccolte nell'Allegato Elaborato 2.2- "Schede tecniche composizioni" consultabili anche nel software per PC (Rilievo-ILL) fornito all'amministrazione.

## 6. Stato dei quadri elettrici

L'alimentazione degli impianti di illuminazione pubblica del Comune di Malè è resa disponibile attraverso quadri elettrici dedicati installati nei vari punti del territorio, alimentati dalla rete del distributore. I quadri elettrici comunali presenti sul territorio sono **20** ed alimentano altrettante zone.

Elenco Composizioni-Quadri					
Q	Descrizione	Sostegni	Apparecchi	kW	kWQ
01	CABINA STAZIONE - Malè	118	129	14,3	20
02	ZONA POLVERIERA - Malè	16	17	2,1	3
03	CABINA MOLINI - Malè	13	13	1,7	5
04	PANORAMICA - Malè	35	35	3,6	6
05	PARCO REGAZZINI - Malè	15	15	1,4	2
06	CABINA AZIENDA COMUNALE - Malè	34	34	3,6	5
08	CABINA CASA RIPOSO - Malè	58	58	5,5	10

Elenco Composizioni-Quadri					
<b>Q</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Sostegni</b>	<b>Apparecchi</b>	<b>kW</b>	<b>kWQ</b>
09	CABINA CEI - Malè	101	108	13,9	10
10	CABINA PONDASIO	10	10	0,9	3
11	CABINA MAGRAS 1	27	32	5,8	6
12	MAGRAS 2	40	43	5,7	6
13	CABINA ARNAGO	59	59	7,5	20
15	MONTES	18	18	2,3	8
16	CHIESA BOLENTINA-SAN VALENTINO	10	10	1,4	2
17	BOLENTINA	46	46	5,1	5
18	NUOVA LOTIZZAZIONE - Malè	18	18	1,1	3
19	QUADRO LOCALITA' MANGIASA	10	10	0,7	1,5
20	QUADRO SP141 BOLENTINA	3	3	0,2	1,5
71	CABINA POLIZIA - Malè	48	48	5,2	10
72	QUADRO ESTERNO CABINA POLIZIA - Malè	25	30	3,9	10
141	CABINA RAZZON - Malè	63	66	7,5	10
142	QUADRO PICCOLO-CABINA RAZZON - Malè	18	18	2,0	10

kW\* = potenza ricavata dalle sorgenti rilevate; kWQ = potenza contrattuale

Figura 6.1: elenco quadri con punti luce

Per la collocazione dei quadri elettrici e delle aree da essi servite si rimanda agli allegati, nello specifico all'elaborato Dis. 3.3 "Rilievo quadri elettrici illuminazione pubblica".

Dall'analisi dei quadri si riscontra che i quadri elettrici sono sprovvisti di regolatore di flusso ma quasi tutti gli impianti funzionano in modalità tutta-notte / mezza-notte; ciò prevede che allo scattare della mezzanotte, con la diminuzione del flusso di traffico sulle strade un punto luce ogni due venga disalimentato.

Questo tipo di funzionamento, seppur concettualmente valido e vantaggioso per quanto riguarda l'efficienza generale dell'impianto, fa venir meno i requisiti minimi di sicurezza andando ad influenzare pesantemente l'omogeneità del flusso luminoso sulla sede stradale.

Si raccomanda quindi di abbandonare tale modalità di funzionamento dell'impianto per prediligere l'uso di regolatori di flusso, installati a quadro o sui singoli corpi illuminanti.

La verifica effettuata ai quadri elettrici è stata fatta con lo scopo di individuare eventuali carenze normative, facendo riferimento alle norme CEI e alle disposizioni di legge, e lo stato ad un esame a vista.

I dati relativi ai quadri elettrici sono riportati nell'allegato: Elaborato 2.1.b "Quadri elettrici - perdite". Nell'allegato sono riportati per ogni singolo quadro, la potenza totale degli apparecchi installati collegati, la potenza totale dissipata.

Tutti i dati relativi alle condizioni dei quadri elettrici sono raccolti nell'allegato: Elaborato 2.1.a- "Quadri elettrici - Schede quadri elettrici" consultabili anche nel software per PC (Rilievo-ILL) fornito all'amministrazione.

La scheda quadro elettrico identifica e raccoglie i dati sensibili e propedeutici per la stesura del piano di illuminazione pubblica. La scheda è strutturata in 2 sezioni: la prima relativa ai dati tecnici del quadro, la seconda descrive un elenco di vie che tale quadro alimenta.

## 7. Aree illuminotecniche omogenee - Tipologici

Le aree elementari definite, coincidono o sono comprese 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.

La scheda tipologico, composizione (sostegno – apparecchio) su un compito visivo, identifica e raccoglie i dati sensibili e propedeutici per la stesura del piano di illuminazione pubblica.

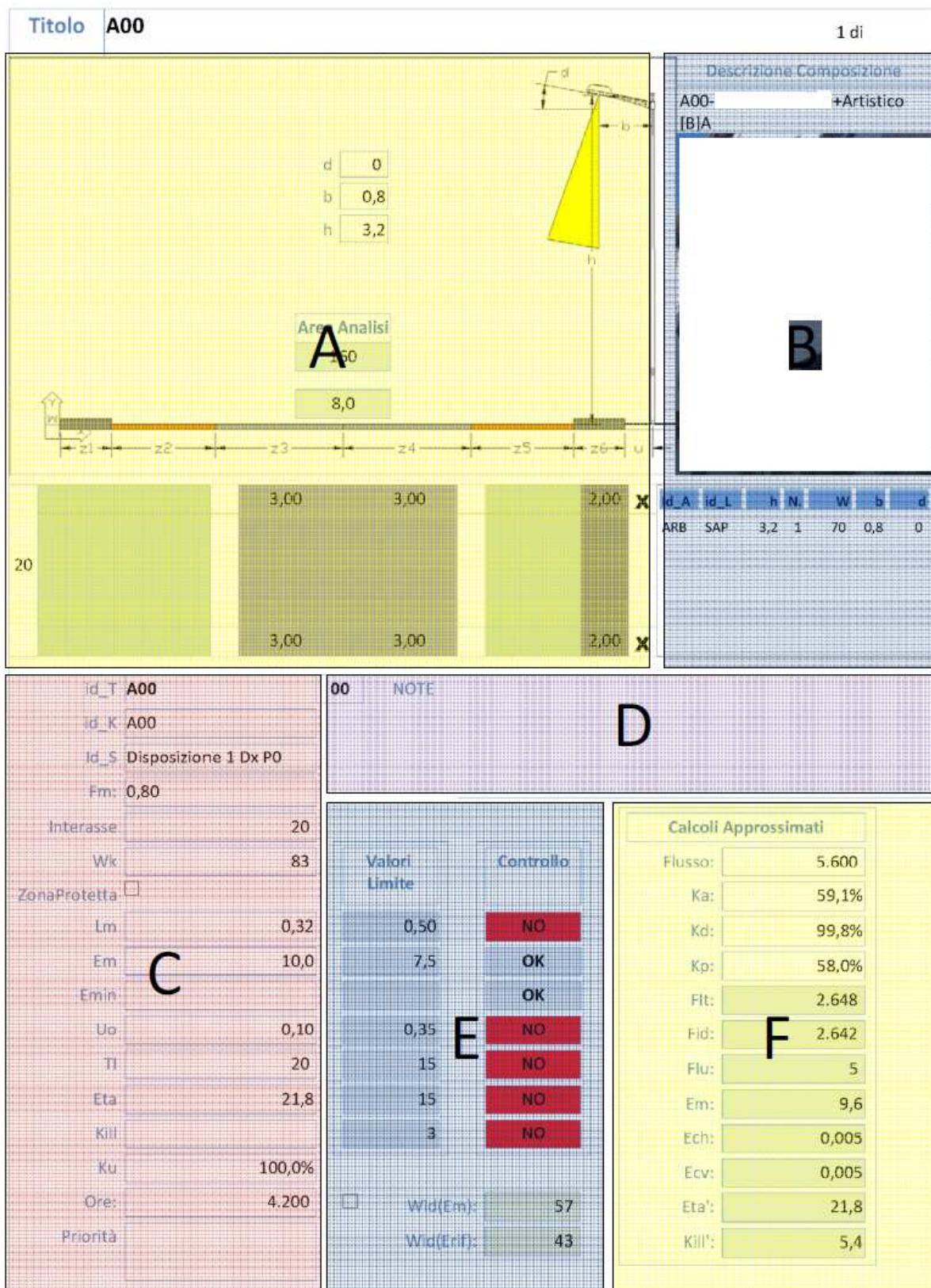


Figura 7.1: Scheda Tipologico

La creazione dei tipologici da analizzare avviene partendo dalle composizioni individuate, considerando la geometria del compito visivo. Ciascuna composizione fa riferimento ad una specifica combinazione di corpo illuminante, lampada, sostegno.

In particolare, facendo riferimento alla scheda Tipologico sopra riportata vedi fig.7.1 :

- ❖ **Titolo:** codifica e descrizione;
- ❖ **Zona A:** dati geometrici e schema tipologico
  - Schema installazione (figura);
  - d: Angolo apparecchio (°);
  - b: Braccio (m);
  - h: Altezza di installazione (m);
  - Area illuminata (m<sup>2</sup>);
  - Larghezze totali e parziali (m);
  - Interasse (m);
- ❖ **Zona B:** dati composizione di riferimento
  - id\_K: codice composizione (A00);
  - Immagine composizione;
  - Tipo apparecchio (vedi tabella);
  - Tipo sorgente luminosa (vedi tabella);
  - Altezza di installazione (m);
  - Numero sorgenti;
  - Potenza unitaria (W);
  - Braccio (m);
  - Angolo apparecchio (°);
- ❖ **Zona C:** dati significativi tipologico
  - id\_T: Codice tipologico (A00-00);
  - id\_K: Codice composizione (A00);
  - Codice disposizione;
  - Fattore di manutenzione;
  - Interasse schema (m);
  - Potenza totale sistema (W);
  - Zona protetta (si/no);
  - Luminanza media mantenuta misurata/calcolata (cd/m<sup>2</sup>);
  - Illuminamento medio mantenuto misurato/calcolato (lux);
  - Illuminamento minimo mantenuto misurato/calcolato (lux);
  - Uniformità generale Emin/Em;
  - Incremento di soglia (abbigliamento %);
  - Eta ( $\eta$ )- Parametro energetico di riferimento secondo LP16/07 del Trentino A.A.
  - Kill - Parametro inquinamento luminoso di riferimento secondo LP16/07 del Trentino A.A.
  - Coefficiente di utilizzo per presenza di sistema di regolazione/gestione;
  - Ore di utilizzo;
  - Priorità di intervento.
- ❖ **Zona D:** note generali sulla conformità alla LP16/07;
- ❖ **Zona E:** parametri illuminotecnici significativi di riferimento in base alla classificazione scelta e controllo;
- ❖ **Zona F:** valori parametri illuminotecnici per una stima dei valori di base mediante il sistema di calcolo del flusso globale (flusso luminoso sistema lumen, % rendimento apparecchio, % verso il basso, % rendimento di progetto).

La planimetria riassuntiva delle aree omogenee è riportata nell'elaborato 2.3 “Aree illuminotecniche omogenee-Tipologici”.

Ogni tipologico è quindi definito dal codice identificativo della composizione (esempio A01) e dalla sezione geometrica che caratterizza il campo visivo (numero progressivo): esempio **A01-00**.

Tipologici	Descrizione	Tipologici	Descrizione
A01-00	A01-VIA FRATELLI CIOLLI (b)	B01-00	B01-VIA DEGLI ALPINI
A01-01	A01-VIA FRATELLI CIOLLI (b)	B02-00	B02-VIA VERONA
A01-02	A01-VIA MERANO	B03-00	B03-VIA SILVESTRI UGO
A01-03	A01-VIA PORTACCIA (DA P.ZA CEI A P.ZA COSTANZI)	B05-00	B05-VIA TORINO
A01-04	A01-VIA DON RAUZI	B18-00	B18-VIA ALLA CROCE PEDONALE
A01-05	A01-VIA TORINO (a)	B19-00	B19-VIA MERANO
A02-00	A02-VIA MOLINI (TRA VIA IV NOVEMBRE E PIAZZA CEI)	B19-01	B19-VIA ALLA CROCE
A04-00	A04-VIA BRESADOLA	B19-02	B19-VIALETTO PARCO GIOCHI VIA ALLA CROCE
A06-00	A06-PARCHEGGIO VIA TORINO	B20-00	B20-VIA IV NOVEMBRE
A07-00	A07-VIA TORINO (c)	B21-00	B21-VIA IV NOVEMBRE
A08-00	A08-VIA TORINO (b)	B21-01	B21-VIA TRENTO
A08-01	A08-VIA TORINO (d)	B22-00	B22-VIA TRENTO
		B22-01	B22-VIA BRESCIA
		B22-02	B22-VIA DAMIANO CHIESA
		B22-03	B22-PIAZZA DANTE
		B22-04	B22-VIA 1 LOCALITA' PONDASIO
		B25-00	B25-PIAZZA DANTE
		B26-00	B26-VIA 1 LOCALITA' PONDASIO
		B31-00	B31-VIA 2 PARTE BASSA ARNAGO
		B35-00	B35-STRADA COLLEGAMENTO ARNAGO MAGRAS
		B38-00	B38-VIA PER PARCO RAGAZZINI ( c )
Tipologici	Descrizione	Tipologici	Descrizione
C01-00	C01-VIA ALCIDE DEGASPERI (c)	C22-00	C22-Z.I. PER LOC. MOLINI
C02-00	C02-VIA ALCIDE DEGASPERI (b)	C22-01	C22-Z.I. LOCALITA' MOLINI
C02-01	C02-VIA MONTE GRAPPA (LATERALE VIA TADDEI)		
C03-00	C03-VIA PER TRENTO		
C04-00	C04-VIA MOLINI PER ZONA ARTIGIANALE		
C05-00	C05-SVINCOLO VIA TORINO E Z.I. VIA PER LOC. MOLINI		
C05-01	C05-USCITA SS42 (NORD MALE')		
C07-00	C07-LOC. MOLINI		
C09-00	C09-VIA 1 MAGRAS		
C12-00	C12-PEDONALE TRA VIA TRENTO E VIA ROMA		
C14-00	C14-VIA ALCIDE DEGASPERI (c)		
C14-01			
C15-00			
C19-00	C19-SP86 FRAZIONE MAGRAS		

Nel Comune di Malè è stato individuato un campione di 47 tipologici (aree omogenee), escludendo gli impianti sportivi e l'illuminazione d'accento degli edifici, per ogni area omogenea corrispondente individuata è stata effettuata l'analisi illuminotecnica, con valutazione mediante calcolo dei parametri Kill ed  $\eta$ , dello stato dell'inquinamento luminoso e dell'efficienza energetica, previa redazione per ciascuna area omogenea dell'Allegato A (soluzione conforme) oppure all'Allegato B (soluzione calcolata), vedi esempio nella figura 7.2 sotto riportata.

**COMUNE di**   **MODELLI ANALISI**

DATI	DESCRIZIONE INTERVENTO:		A02-Strada					
	SUPERFICIE EFFICACE (mq):		150,00			4 interassi utilizzati nella verifica		
Norme	Classificazione compito visivo secondo norme vigenti: indicare norma seguita:						UNI 11248 - UNI EN 13201/2	
Parametri di riferimento per elementi (strada, ciclabile, marciapiede)	DESCRIZIONE	CATEGORIA	30,0	VALORI NUMERICI			INDICI QUALITATIVI	
				Lm	Em	Emin	U0	UI
	Strada	MES	2,5 75	0,50	7,5		0,35	0,40
	Strada	MES	2,5 75	0,50	7,5		0,35	0,40
Parametri di progetto	DESCRIZIONE	CATEGORIA	Superficie	Lm	Em	Emin	U0	UI
	Strada	MES	25	0,50	7,5		0,35	0,40
	Strada	MES	25	0,50	7,5		0,35	0,40
Eventuale spiegazione per parametri di progetto diversi da quelli minimi di riferimento	DESCRIZIONE	CATEGORIA	Superficie	Lm	Em	Emin	U0	UI
VERIFICA Illuminotecnica	Strada	MES	75	1,32	21,0		0,55	0,81
	Strada	MES	75	1,37	21,0		0,57	0,85
Valori di Verifica	IMPIANTO	DESCRIZIONE	LAMPADA	FLUSSO	WATT	h/anno	FM	kW
		1 filo/e 1 STB h=8 i=30	SAP 100	9.500	115	4.000	0,80	0,12
		Regolatore		<input checked="" type="checkbox"/>		70,0%		460,00
Indici Verifica	VERIFICA L.P. 16/2007	EMH (piano efficace)		21,00				
		ZONA PROTETTA	<input type="radio"/>		Ehc	EvN	EvE	EvS
		EMDIS						EvW
		KILL	4,00				KILL(limite)	3,00
		$\eta(100lx,r)$	10,00		10,22		$\eta(limite)$	15,00

Figura 7.2: Esempio Modello A/B

Per eseguire il calcolo di alcuni parametri illuminotecnici come il Kill è stato utilizzato un software professionale DIALux® acquisendo la curva fotometrica del corpo illuminante per ogni tipologico. Nel caso di apparecchi di provenienza non certificata perché molto vecchi, sono state utilizzate curve fotometriche di corpi illuminanti simili.

I parametri illuminotecnici calcolati, riportati nelle schede dei tipologici (Allegato 2.3) sono stati confrontati con i requisiti prestazionali minimi richiesti dalla norma tecnica di settore UNI EN 13201-2.

La relazione tecnica corrispondente è svolta all'interno del paragrafo 3.2- Conformità degli impianti alla legge provinciale n.16/07 e tutti i dati sono contenuti nell'Allegato 1.1.2: "Modelli A e B".

## 8. Parametri illuminotecnici

Per effettuare l'analisi illuminotecnica di ogni area omogenea individuata, con valutazione, occorre determinare dei parametri illuminotecnici (illuminamento e/o luminanza) necessari per redigere i Modelli A e B previsti dalla norma provinciale rispettivamente nell'Allegato A (Soluzione conforme) e nell'Allegato B (Soluzione calcolata) è stata eseguita la modellazione di alcuni tratti significativi tramite il software DIALux®, a partire dai dati tecnici dei corpi illuminanti attualmente installati forniti dalle aziende produttrici. Il software è in grado di calcolare i valori puntuali di luminanza a partire dalla curva fotometrica e permette quindi di simulare il reale comportamento del corpo illuminante, così come gli effetti ottenibili a seguito dei possibili interventi migliorativi.

Nel software si è assunto un fattore di manutenzione pari a 0,5; tale coefficiente permette di simulare lo stato di conservazione delle lampade e ne diminuisce la resa per tener conto del calo di prestazioni dovuto all'età e alla sporcizia accumulata.

La modellazione permette di ottenere, in funzione della categoria illuminotecnica (tipologia di strada o di marciapiede), il valore dei seguenti parametri:

- ❖ *luminanza minima media mantenuta (Lm)*: è il flusso luminoso emesso dalla superficie stradale nella direzione dell'osservatore per effetto della riflessione del flusso luminoso dei corpi illuminanti. E' il parametro che permette di verificare se la strada è illuminata a sufficienza per distinguere ostacoli e pericoli sulla carreggiata;
- ❖ *uniformità globale minima di luminanza (U0)*: è il rapporto tra luminanza minima e media su un tratto stradale significativo ed esprime l'uniformità dell'illuminamento (o luminanza) sulla carreggiata. La norma stabilisce che la luminanza minima e la media non si possono scostare di troppo cioè non devono esserci zone eccessivamente buie sul tratto stradale in esame;
- ❖ *uniformità longitudinale minima di luminanza (Ul)*: è il rapporto fra luminanza minima e massima lungo la mezzeria di ciascuna corsia. E' anche questo un parametro che esprime l'uniformità della luce sulla carreggiata. Stabilendone un valore minimo la norma impone che sulla mezzeria di ciascuna corsia in senso longitudinale non ci sia un'eccessiva differenza fra l'illuminamento minimo e massimo, e vi sia quindi una distribuzione regolare e uniforme della luce;
- ❖ *incremento di soglia massimo (TI)*: questo parametro è influenzato dal tipo di armatura e ottica del copro illuminante. E' legato al flusso luminoso emesso dal corpo illuminante che può compromettere la percezione visiva senza necessariamente provocare agli osservatori sensazioni fastidiose. Si può avere un superamento del valore limite da parte di ottiche con curve fotometriche ampie che emettono luce anche in direzione sub orizzontale;
- ❖ *rapporto minimo delle intensità illuminazione dintorni (SR)*: si tratta di un rapporto ricavato confrontando gli illuminamenti medi presenti ai lati della strada, cioè su due fasce di opportuna larghezza all'esterno e all'interno rispetto al limite della carreggiata. La norma impone il rispetto di un valore minimo in modo tale che ai lati della strada sia consentita la visione e il conducente possa individuare con un certo anticipo un ostacolo in movimento verso la sede stradale.
- ❖ *illuminamento orizzontale medio mantenuto (Em)*: è il flusso luminoso medio emesso dalla sorgente nella direzione dell'osservatore. E' il parametro che permette di distinguere ostacoli e pericoli sul marciapiede;
- ❖ *illuminamento orizzontale minimo mantenuto (Emin)*: è il flusso luminoso minimo emesso dalla sorgente nella direzione dell'osservatore. E' il parametro che permette di distinguere ostacoli e pericoli sul marciapiede.

I risultati delle simulazioni illuminotecniche sono riportati nell'Allegato 1.1.1 :“SIMULAZIONI ILLUMINOTECNICHE”.

## 9. Eventuale presenza di abbagliamenti molesti, o illuminazione intrusiva

### Valutazione generale

In questo sezione verranno riportate le valutazioni relativamente ai rilievi fotografici ed illuminotecnici effettuati sul territorio comunale suddividendo quelli su area pubblica e aree “private”.



Figura 1 : Foto panoramiche di alcune zone di Malè

Le aree maggiormente inquinanti individuabili a Malè sono quelle relative:

- al campo sportivo di calcio e al campo di pattinaggio su ghiaccio attiguo (evidenziato nella foto panoramica Fig.1- a) sopra riportata);
- alla stazione ferroviaria con la consistente illuminazione delle passerelle coperte dei binari e dell'ingresso della stazione (evidenziata nelle foto Fig.1- b) sopra riportate)

### Impianti su area pubblica:

per quanto riguarda gli impianti su area pubblica le situazioni che richiedono una particolare attenzione riguardano alcune zone di Malé e delle frazioni dove sono presenti, in non trascurabile quantità apparecchi di tipologia “globo”, che presentano un flusso disperso sopra il piano orizzontale maggiore del 30% e quindi classificabili secondo la legge provinciale (L.P. n. 16/07) in classe E, e di conseguenza devono essere considerati apparecchi vietati.

In relazione alla presenza di proiettori simmetrici e non asimmetrici sottogronda per l'illuminazione di grandi aree, in particolare nelle piazze del centro di Malé, si evidenzia che anche per loro disposizione di installazione non sempre con vetro piano orizzontale e quindi parallelo al piano stradale, sono fonte di fenomeni di abbagliamento.

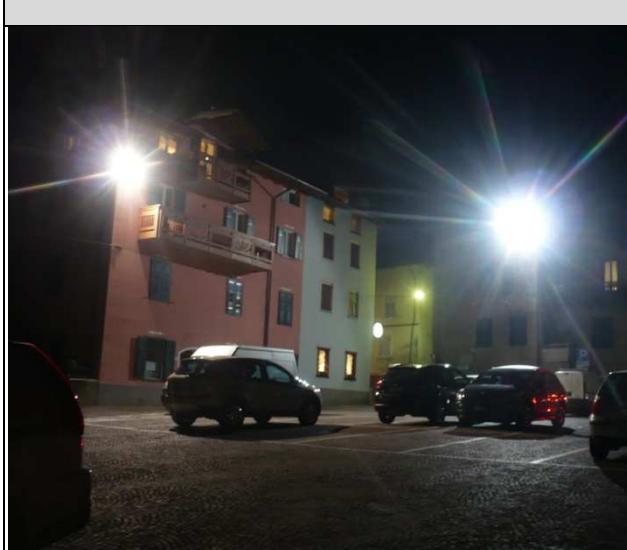
Di seguito riportiamo documentazione fotografica di alcune aree, alle quali fanno riferimento le valutazioni sopra riportate, in cui sono state rilevate situazioni di inquinamento luminoso :



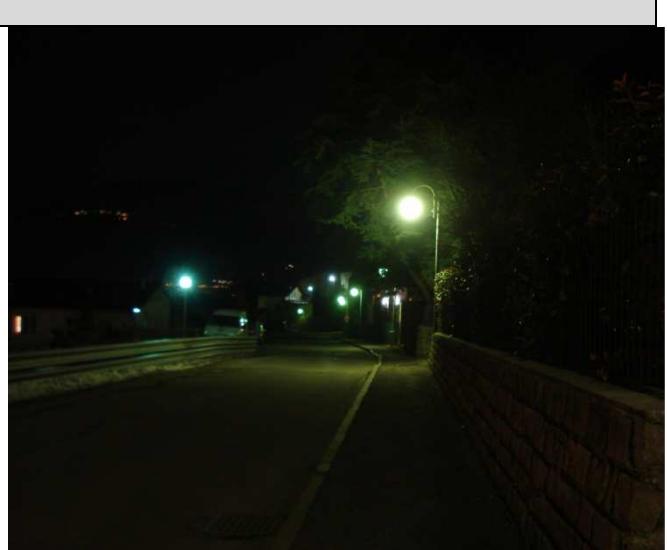
**Piazza S. Assunta – Malè (Proiettori)**



**Via Roma – Malè (Proiettori)**



**Piazza Cei – Malè (Proiettori)**



**Via Taddei – Malè (Globi)**



**Piazza G. Garibaldi – Malè (Globi)**



**Via Taddei – Malè (Globi)**



**Via Molini\_ Nuova lottizzazione – Malè (Globi)**



**Frazione Magras (Globi)**



**Frazione Bolentina (Globi)**



**Frazione Arnago (Globi)**

### Impianti illuminazione di edifici, monumenti e siti monumentali

Gli impianti di illuminazione dei monumenti e delle strutture architettoniche di rilievo devono:

- essere realizzati di norma dall'alto verso il basso. Solo nel casi di conclamata impossibilità e manufatti di particolare e comprovato valore storico o architettonico i fasci di luce possono essere orientati diversamente, rimanendo in ogni caso entro il perimetro degli stessi;
- essere spenti entro le ore 24 o subire una riduzione di almeno il 50% della potenza impiegata.

#### ▪ Chiese

Lo spazio esterno delle chiese esprime una dimensione antropologica, liturgica e culturale intesa sia come preparazione, sia come momento di scambio con il paese e con la vita quotidiana delle persone che la abitano. L'illuminazione degli esterni di una chiesa è importante non soltanto per il suo rilievo storico e/o architettonico, ma anche per il costante richiamo alla fede attraverso l'evidenziazione del luogo di culto in ogni comunità.

Nell'area (**Piazza S. Maria Assunta di Malè**) in cui è ubicata la **Chiesa parrocchiale dell'Assunta** abbiamo un impianto di illuminazione d'accento costituito da proiettori simmetrici (con lampade al sodio ad alta pressione) installati sottogronda sulle facciate degli edifici antistanti quelle della chiesa. Come si può vedere nella documentazione fotografica riportata di seguito, sono destinati alla illuminazione dell'architettura e quindi del complesso architettonico costituito dalla chiesa. Si rileva che l'illuminazione del complesso architettonico è realizzata in modo da contenere il flusso nelle sagome da illuminare e di efficienza luminosa superiore ai 100 lm/W.

Di seguito riportiamo documentazione fotografica relativa alla Chiesa:



**Chiesa parrocchiale dell'Assunta - Malè**

**La chiesa nella Fraz. Magras dedicata ai Santi Marco ed Egidio** presenta impianto di illuminazione d'accento costituito da due proiettori simmetrici (con lampade al sodio ad alta pressione) installati su una facciata di due edifici antistanti la chiesa. Come si può vedere nella documentazione fotografica riportata di seguito, sono destinati alla illuminazione dell'architettura e quindi del complesso architettonico costituito dalla chiesa. Si rileva che l'illuminazione del complesso architettonico è realizzata in modo da contenere il flusso nelle sagome da illuminare e di efficienza luminosa superiore ai 100 lm/W.

Di seguito riportiamo documentazione fotografica relativa alla Chiesa:



**Chiesa dedicata ai Santi Marco ed Egidio – Fraz. Magras**

La chiesa presente nella frazione di Arnago, non presenta impianti di illuminazione d'accento o specifici da analizzare.

**La chiesa S. Valentino** un tempo nota col nome di “Santa Maria Maddalena al Monte” (Fraz. Bolentina-Montes) presenta un impianto di illuminazione d'accento costituito da tre proiettori simmetrici (con lampade al sodio ad alta pressione) aventi come sostegni paletti in acciaio verniciati, e direzionati in modo che il loro flusso luminoso interessi il complesso architettonico ed in particolare il campanile e la facciata dove è posto l'ingresso della chiesa. Si rileva che l'illuminazione del complesso architettonico è realizzata in modo da contenere il flusso nelle sagome da illuminare e di efficienza luminosa superiore ai 100 lm/W.



**Chiesa S. Valentino – Fraz. Bolentina - Montes**

Per quanto riguarda la valutazione dell'illuminazione delle aree cimiteriali e dei monumenti si deve fare riferimento a quanto previsto dalla legge provinciale per l'illuminazione di edifici, monumenti e siti monumentali che impone una deroga rispetto alle altre situazioni. Tuttavia occorre fare in modo di avere:

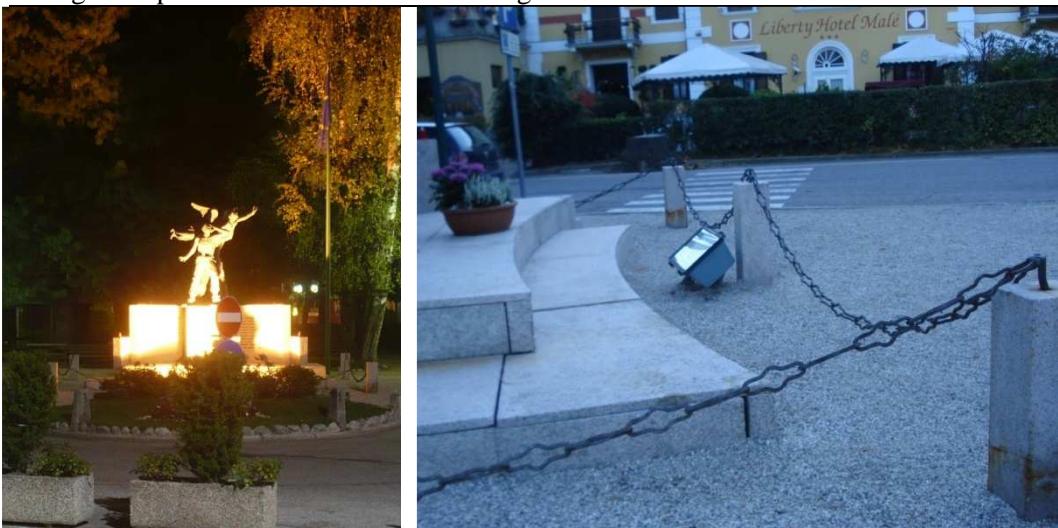
- una resa cromatica adeguata ai materiali ed al colore delle opere da illuminare ed eventuale tonalità di luce differenziata nel caso di edifici adiacenti e di aspetto cromatico diverso;
- una distribuzione della luce in funzione del grado di riflessione delle superfici;
- la possibilità di ottenere illuminamenti diversi;
- l'impiego di sorgenti di luce con massima efficienza luminosa;
- il contenimento del flusso luminoso sulla sagoma dell'opera da illuminare, evitando fenomeni di abbagliamento e di inquinamento luminoso.

## **MONUMENTI:**

### **Monumento in Piazza G. Garibaldi - Malè**

Il monumento è provvisto di una illuminazione d'accento realizzata con un proiettore simmetrico, con lampada al sodio ad alta pressione, posto a terra ed orientato dal basso verso l'alto con il flusso luminoso contenuto all'interno della sagoma del monumento.

Di seguito riportiamo documentazione fotografica relativa:

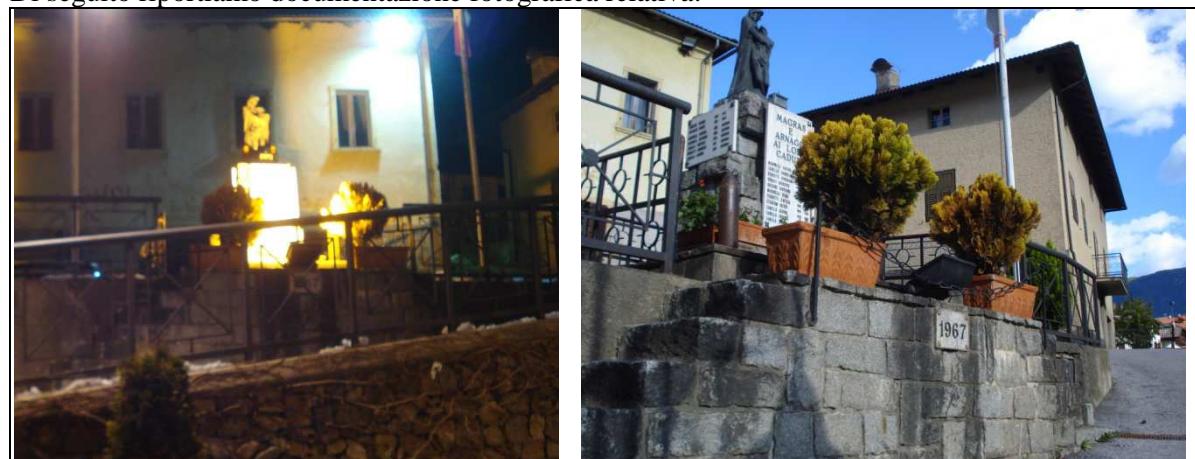


**Monumento in Piazza G. Garibaldi - Malè**

### **Monumento ai caduti di Magras e Arnago – Fraz. Magras**

Il monumento è provvisto di una illuminazione d'accento realizzata con un proiettore simmetrico, con lampada al sodio ad alta pressione, posto a terra ed orientato dal basso verso l'alto con il flusso luminoso contenuto all'interno della sagoma del monumento.

Di seguito riportiamo documentazione fotografica relativa:



**Monumento ai caduti di Magras e Arnago – Fraz. Magras**

### Impianti su area privata:

Per quanto riguarda gli impianti di illuminazione su area privata si è rilevata la presenza numericamente contenuta di apparecchi di illuminazione tipo globi, cioè apparecchi che hanno per angoli gamma maggiori o uguali a 90° un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore del 30%, i quali sono vietati dalla legge provinciale N.16/07 dalla quale vengono classificati di tipo E, e costituiscono una sorgente di inquinamento luminoso non trascurabile e talvolta di abbagliamento in particolare quando si trovano in aree private immediata contigue alla carreggiata.

Di seguito viene riportata una documentazione fotografica (vedi Figura 2) dove è messa in evidenza la zona privata che riguarda la stazione ferroviaria e che risulta “potenzialmente inquinante”:

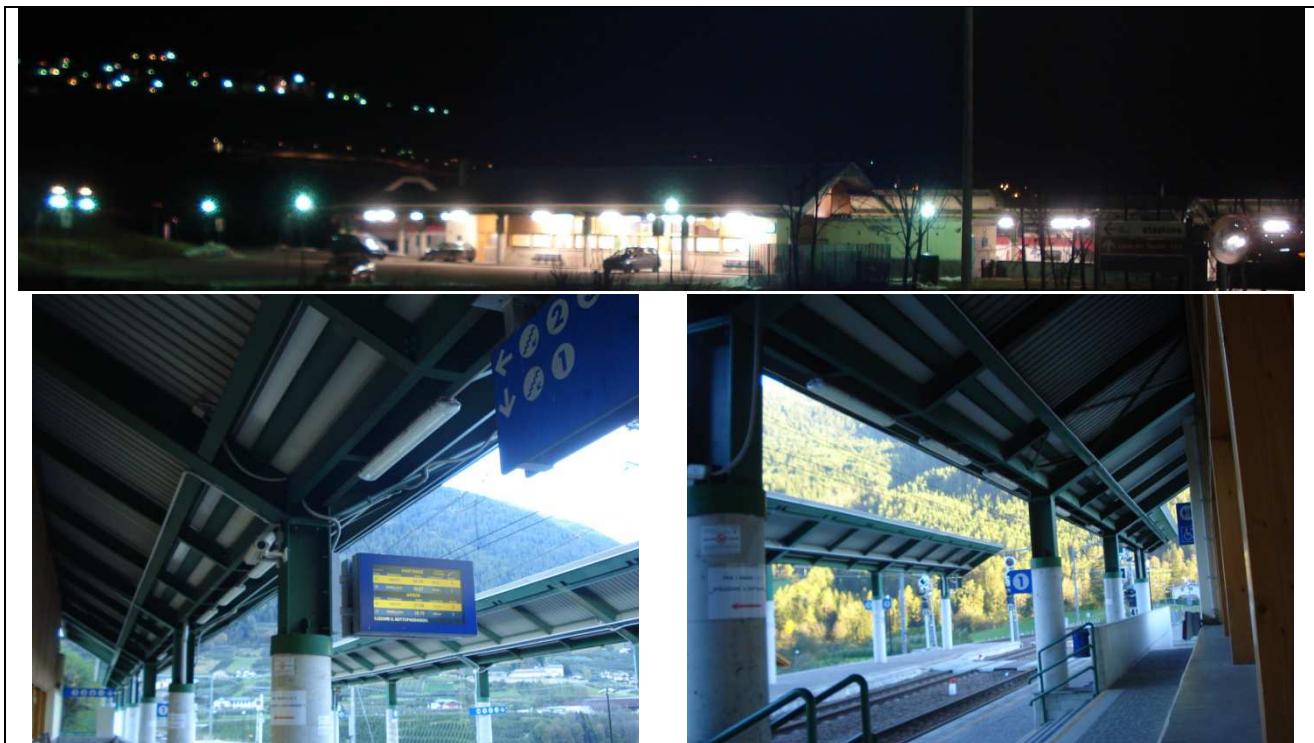


Figura 2 : Stazione ferroviaria

### **Cimitero di Malè :**

L'area cimiteriale è illuminata da due proiettori asimmetrici installati sulle facciata della cappella con vetro piano non orizzontale e inclinato che provoca fenomeni di abbagliamento.

Di seguito riportiamo documentazione fotografica (vedi Figura 3) relativa:



**Cimitero di Malè - abbagliamento**

Figura 3 : Cimitero Malè

### Applicazioni specifiche: Impianti sportivi

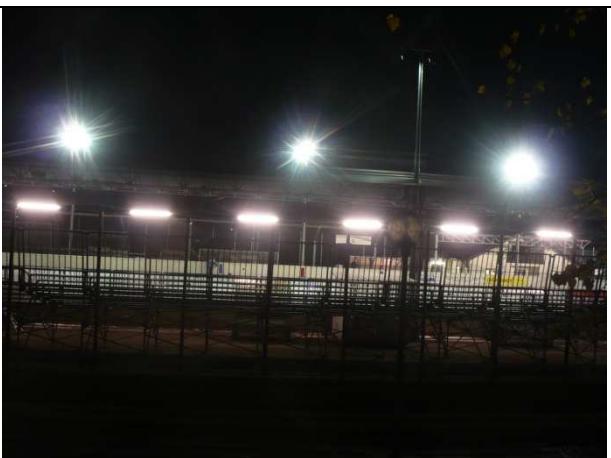
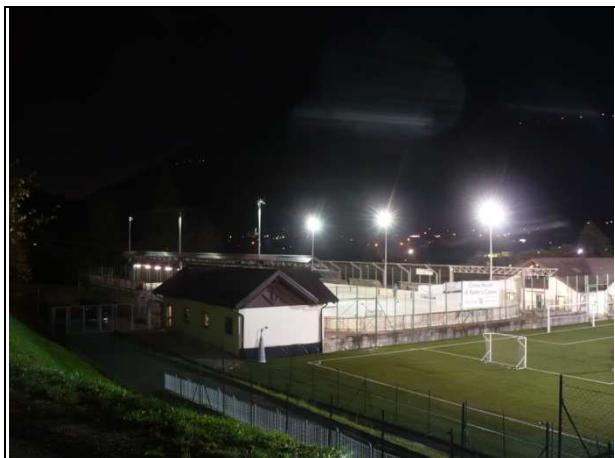
Come evidenziato nel precedenti capitoli sono presenti sul territorio comunale degli impianti di ricreazione sportiva. Il tipo di illuminazione richiesta da tali spazi ricreativi ha sicuramente, se mal realizzata, un contributo notevole all'aumento dell'inquinamento luminoso in tutte le sue forme, bisogna adottare particolari cure ed attenzione nell'illuminazione prevedendola solo quando funzionale alle attività sportive e solo quando affettivamente necessaria.

Queste indicazioni unitamente alla variazione dell'inclinazione per quanto possibile, ed all'inserimento di appositi schermi che indirizzino il flusso luminoso sul campo sportivo sono sicuramente i primi provvedimenti da adottare per contenere il flusso luminoso all'interno dell'area a cui è funzionalmente dedicato per evitare fenomeni di fastidiosa intrusività, abbagliante e di dispersione di flusso luminoso anche verso l'alto.

Di seguito riportiamo documentazione fotografica di alcuni impianti sportivi oggetto delle valutazioni sopra riportate in cui sono state rilevate situazioni di inquinamento luminoso :



**Campo Sportivo di Malè in località Molini**– inquinamento luminoso e abbagliamento



**Campo di pattinaggio sul ghiaccio di Malè in località Molini**– inquinamento luminoso e abbagliamento



**Campo di tennis di Malè in Via alla Croce**

I proiettori installati negli impianti sportivi :

- campo di calcio - Malè
- campo di pattinaggio sul ghiaccio - Malè
- campi da tennis - Malè

sono simmetrici e orientati secondo le esigenze di una corretta e uniforme illuminazione degli impianti sportivi quindi un modo per ridurre gli effetti dell'abbigliamento, e direzionare maggiormente il fascio luminoso, è quello di applicare gli appositi schermi.

Gli impianti per l'illuminazione degli impianti sportivi non sono provvisti degli appositi sistemi di variazione di illuminamento, richiesti dalla legge provinciale n.16/07, con conseguente parzializzazione del flusso luminoso in relazione alle attività/avvenimenti quali allenamenti, gare o altro. Si evidenzia che gli impianti sportivi in oggetto sono quasi esclusivamente utilizzati per attività di allenamento e vengono immediatamente spenti al termine dell'attività sportiva.

## 10. Eventuale condizione di "sorgenti di rilevante inquinamento luminoso" ai fini della programmazione di interventi di bonifica in conformità alla legge provinciale n. 16/07

**Il Controllo del flusso luminoso diretto** costituisce di fatto lo strumento imposto dalla normativa provinciale per definire il "come illuminare" correttamente, in modo che gli impianti di illuminazione possano essere considerati a ridotto inquinamento luminoso e a risparmio energetico.

**legge provinciale n.16/07, Art. 4, comma 3, lettera b):**

*b) le fonti luminose di cui al comma 1, lettera a), presentano un'intensità luminosa non superiore a 0,49 candele per 1.000 lumen per angoli gamma maggiori o uguali a 90 gradi.*



Figura 1 □ Tipologie di apparecchi non ammessi dalla legge provinciale n. 16/07



Figura 2 □ Tipologie di apparecchi conformi alla legge provinciale n. 16/07

**L' Intensità luminosa (I)** esprime la quantità di luce che è emessa da una sorgente (flusso luminoso) in una determinata direzione (angolo  $\gamma$ ). Essendo una grandezza di tipo *vettoriale* per esprimerla correttamente non basta indicare la quantità di luce ma occorre specificare la direzione ad essa associata. Per permettere i necessari confronti viene "normalizzata" per 1000 lumen. L'unità di misura è la candela (cd).

**Il Flusso luminoso ( $\Phi$ )** è la grandezza che quantifica la quantità di luce emessa da una sorgente luminosa o, come in questo caso, da un apparecchio, nell'unità di tempo. L'unità di misura è il lumen (lm).

Prevedere che i nuovi impianti debbano possedere apparecchi che, una volta installati, emettano al massimo tra 0,00 e 0,49 cd di intensità luminosa ogni 1000 lumen emessi ( l'indicazione di tali valori, rientra nel range dell'errore strumentale della misurazione del valore zero), per un angolazione pari o maggiore a 90° (cioè oltre la linea di orizzonte) significa non ammettere flusso luminoso al di sopra della linea di orizzonte, e a tal fine è da sottolineare l'importanza di una corretta installazione.

Sono certamente conformi alla legge provinciale n.16/07, i corpi illuminanti installati ORIZZONTALI e con vetro di protezione PIANO, o chiusura PIANA; tali apparecchi inoltre presentano i seguenti importanti vantaggi:

- Non inquinano e non abbagliano;
- Si sporcano meno, e sono più facilmente pulibili;
- Hanno una minore perdita di efficienza;
- Non ingialliscono;
- Sono più resistenti anche ad eventi accidentali;
- Costano meno;
- Non sono elementi mobili nell'armatura a rischio di cadute.

Contribuiscono alla proiezione del fascio luminoso verso l'alto i vetri semisferici. Utilizzati per poter distribuire meglio la luce a terra. In molti casi la sostituzione del vetro semisferico non è possibile a causa della vetustà del corpo illuminante non si trovano sul mercato i pezzi di ricambio adatti anche perché non sono mai stati prodotti.

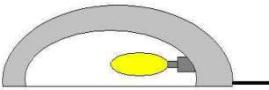
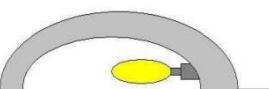
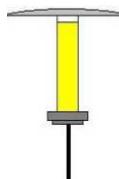
La verifica della conformità dei corpi illuminanti alle leggi regionali passa attraverso la verifica del valore dell'intensità luminosa per angoli gamma di  $90^\circ$  ed oltre. Per tale verifica è INDISPENSABILE ricevere dal produttore, ai sensi e nei modi indicati all'art. 4, comma 3 lettera b) della legge provinciale n.16/07, la tabella fotometrica dell'apparecchio illuminante (che rappresenta l'intensità luminosa per ogni angolo C e Gamma). Qualsiasi autodichiarazione del produttore non ha alcun valore, in quanto gli unici elementi per verificare la rispondenza di legge sono esclusivamente le misurazioni fotometriche dell'apparecchio, certificate preferibilmente da un ente terzo quale ad esempio l'IMQ e comunque firmate dal responsabile tecnico del laboratorio di misura che le ha emesse.

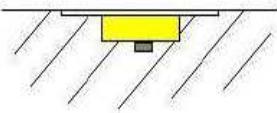
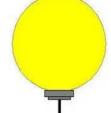
### Corretta installazione

Ulteriore aspetto di rilievo riguarda la corretta installazione degli apparecchi illuminanti: anche un apparecchio privo di emissione luminosa al di sopra di angoli di  $90^\circ$  (quindi un apparecchio di per sé conforme) se installato in posizione inclinata rispetto alla posizione di misura di laboratorio, può registrare intensità luminosa verso l'alto.

### Classificazione degli apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione sono suddivisi in **classi a seconda del flusso luminoso disperso sopra il piano dell'orizzonte**. Ai fini del Piano provinciale, si identificano le 5 classi di apparecchi descritte di seguito.

<p>1. Apparecchi di <b>CLASSE A</b>: comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno una distribuzione dell'intensità luminosa massima per angoli gamma maggiori o uguali a <math>90^\circ</math>, compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso; tipicamente armature stradali con lampada recessa nel vano ottico superiore dell'apparecchio, proiettori asimmetrici.</p>	 <p>Classe A</p> <p>Apparecchi conformi e ammessi in ogni caso (Soluzione conforme – Allegato A)</p>
<p>2. Apparecchi di <b>CLASSE B</b>: comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno una distribuzione dell'intensità luminosa per angoli gamma maggiori o uguali a <math>90^\circ</math>, maggiore di 0,49 candele per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso e flusso luminoso disperso verso l'alto inferiore al 1%; tipicamente le armature stradali con vetro ricurvo e coppa prismatica.</p>	 <p>Classe B</p> <p>Apparecchi ammessi solo previa verifica di conformità (Soluzione calcolata – Allegato B)</p>
<p>3. Apparecchi di <b>CLASSE C</b>: comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno per angoli gamma maggiori o uguali a <math>90^\circ</math> un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore dell' 1% e minore del 30%; tipicamente armature da arredo urbano con schermatura superiore, ottiche secondarie, frangiluce.</p>	 <p>Classe C</p> <p>Apparecchi sconsigliati ed ammessi solo in particolari casi previa verifica di conformità (Soluzione calcolata – Allegato B)</p>

<p>4. Apparecchi di <b>CLASSE D</b>: comprendono tutti gli apparecchi destinati a produrre illuminazione d'accento o effetti localizzati decorativi (incassi da terra, proiettori, applique, ecc.).</p>	 <p>Apparecchi ammessi solo per gli impianti non soggetti di cui al punto VIII o per alcuni impianti particolari (numeri 1 e 2 del punto VI)</p>
<p>5. Apparecchi di <b>CLASSE E</b>: comprendono tutti gli apparecchi che, nella loro posizione di installazione, hanno per angoli gamma maggiori o uguali a <math>90^\circ</math> un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore del 30%.</p>	 <p>Classe E</p> <p>Apparecchi vietati</p>

La legge provinciale n. 16/07, ha come ambito di applicazione sia gli impianti di illuminazione pubblica sia gli impianti di illuminazione privata.

Deve quindi far parte del piano della luce una sezione dedicata all'analisi degli impianti di illuminazione privata segnalando quelli che nello specifico non sono conformi con la L.P. 16/07 in modo da identificare gli elementi che li rendono incompatibili con i dettami di legge e individuando, ove possibili, soluzioni alternative alla mera sostituzione.

Un PRIC si deve limitare ad identificare gli impianti palesemente difformi dalla L.P. 16/07, ai suoi obiettivi fondamentali, e ai suoi criteri guida: un'analisi più approfondita non è richiesta dalla legge in aree esterne alle fasce di protezione degli Osservatori Astronomici e in aree naturali protette. I criteri che hanno guidato l'approfondimento sugli impianti d'illuminazione privata, direttamente correlati con la L.P. 16/07 e successive integrazioni sono:

- 1- Apparecchi illuminanti palesemente difformi dalle indicazioni della L.P. 16/07 (intensità luminosa massima a  $90^\circ$  ed oltre superiore a 0,49 cd/klm);
- 2- luce invasiva e/o intrusiva, in contrasto anche con l'art. 844 del Codice Civile sulle immissioni moleste (esiste un ampia casistica di sentenze di spegnimento e rimozione emesse ai sensi di tale articolo).

### 3.2- CONFORMITA' DEGLI IMPIANTI ALLA LEGGE PROVINCIALE N. 16/ 07

Procederemo quindi, sulla base dei risultati emersi dalla valutazione dello stato di fatto sul territorio del precedente paragrafo 3.1, ad una valutazione della conformità alla legge n.16/2007 che si limiterà in questa sezione del piano alla verifica:

1. dei corpi illuminanti e della loro installazione,
2. delle sorgenti luminose,
3. dello stato dell'inquinamento luminoso e dell'efficienza energetica attraverso i risultati ottenuti per ogni area omogenea e quindi dei parametri  $K_{ill}$  e  $\eta$  e di conseguenza degli allegati A (soluzione conforme) e B (soluzione calcolata).

Saranno invece limitate le valutazioni relative agli altri concetti fondamentali della legge provinciale medesima anche perché saranno successivamente approfondite, ad esempio per quanto riguarda:

- luminanze ed illuminamenti,
- ottimizzazione degli impianti d'illuminazione,
- utilizzo di sistemi per la riduzione del flusso luminoso.

## 1. Verifica emissione della luce verso l'alto e tipo di sorgenti luminose

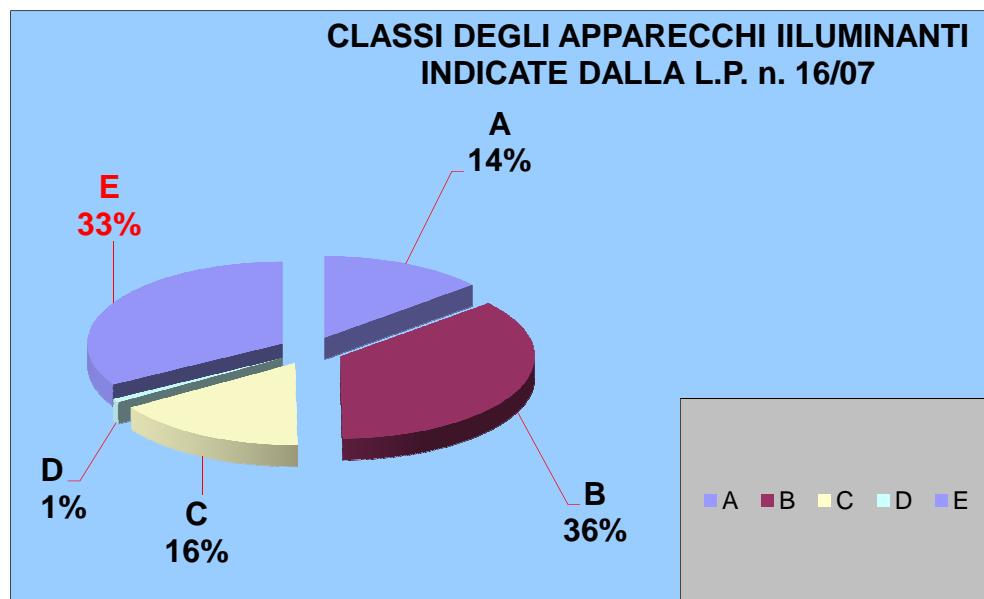
Questo è il principale elemento rilevabile da un'analisi diretta degli apparecchi installati e deve essere valutato (flusso disperso) per ogni tipologia di apparecchio illuminante.

Gli apparecchi illuminanti in funzione anche della loro posizione di installazione, sono suddivisi nelle 5 categorie, A-B-C-D-E ai fini della conformità della L.P. N.16/2007 come riportato nella tabella che segue (vedi anche Allegato 2.2 " COMPOSIZIONI ") e in accordo alle definizioni delle classi date dalla legge provinciale di riferimento e precedentemente descritte:

### CLASSIFICAZIONE APPARECCHI --> L.P. 16/2007

Non considerando gli apparecchi tipo proiettori utilizzati sia per l'illuminazione stradale che per gli impianti sportivi riportiamo la consistenza numerica relativa alle classi di apparecchi individuate.

Apparecchio	Quantità	Classe L.P. n. 16/07	Totali Quantità	%
STA - STRADALE CLASSE A	6	A	107	14 %
ARA -ARTISTICO CLASSE A	101			
TCB - TECNICO CLASSE B	8	B	276	36 %
STB - STRADALE CLASSE B	123			
ARB - ARTISTICO CLASSE B	145			
STC - STRADALE CLASSE C	124	C	129	16 %
TCC - TECNICO CLASSE C	5			
IND - INCASSO TERRA	6	D	6	1 %
STE - STRADALE CLASSE E	17	E	259	33 %
GLE - GLOBI CLASSE E	242			



## Considerazioni

Per quanto riguarda gli apparecchi tipo proiettori si tratta di apparecchi illuminanti con chiusura piana che se installati senza dare inclinazione rispetto all'orizzontale sono in classe A in quanto hanno una distribuzione dell'intensità luminosa massima per angoli gamma maggiori o uguali a 90°, compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1.000 lumen di flusso luminoso totale emesso. Mentre se l'apparecchio viene montato con una inclinazione rispetto all'orizzontale diversa da zero, quindi con "tilt90 > 0°", la classe di appartenenza varia con la dimensione dell'angolo e quindi con la quantità percentuale di flusso disperso verso l'alto.

Una parte consistente degli apparecchi illuminanti risulta in classe E (32,55%) quindi nella loro posizione di installazione, hanno per angoli gamma maggiori o uguali a 90° un flusso luminoso disperso verso l'alto maggiore del 30% e sono da considerarsi vietati secondo la L.P. n. 16/07.

Mentre il 36,34% degli apparecchi illuminanti risultano in classe B e il 16,34% in classe C, questi apparecchi sono ammessi secondo la L.P. n.16/07 solo previa verifica di conformità che si valuta utilizzando, come precedentemente descritto, la soluzione calcolata (Allegato B). Il 13,99% degli apparecchi illuminanti risulta conforme e ammessi in ogni caso e quindi in classe A.

## 2. Sorgenti luminose

Per quanto riguarda la non conformità delle sorgenti luminose installate alla legge provinciale L.P. 16/07 si rileva che il 45,85% sono ai vapori di mercurio e sono installate prevalentemente all'interno di globi e di armature stradali.

## 3. Stato dell'inquinamento luminoso e dell'efficienza energetica

La valutazione dello stato dell'inquinamento luminoso e dell'efficienza energetica è fatta attraverso i risultati ottenuti per ogni area omogenea (tipologico) e quindi dei parametri Kill e  $\eta$  e di conseguenza degli allegati A (soluzione conforme) e B (soluzione calcolata).

Nell'**Allegato 2** : "Modelli A e B", sono contenuti i documenti relativi ad ogni area omogenea (tipologico) mentre il Riepilogo riporta le aree omogenee e i rispettivi valori dei parametri Kill e  $\eta$ , ottenuti redigendo i modelli A e B, che determinano la conformità o non conformità alla L.P. 16/2007 .

I parametri illuminotecnici (illuminamento e/o luminanza) necessari per redigere i modelli A e B sono stati ottenuti eseguendo le misure illuminotecniche (vedi Allegato 1: "Misure illuminotecniche") in settori rappresentativi delle aree omogenee individuate.

## Definizione delle grandezze caratteristiche

Si riportano le principali definizioni delle grandezze indicate nei modelli A e B:

- 1) Ai fini del calcolo dell'area efficace  $A_{eff}$ , nell'ambito del modello di analisi si devono considerare le superfici interessate dal traffico veicolare e pedonale o da motivi di sicurezza.
- 2) L'indice **KILL** è il rapporto tra l'illuminamento disperso complessivo e l'illuminamento efficace prodotto pesato tra le rispettive aree (area di misura ed area efficace); la misura è chiaramente adimensionale e si esprime come:

$$K_{ILL} = \left( \frac{E_{medis}}{E_{meff}} \right) \left( \frac{A_{rif}}{A_{eff}} \right)$$

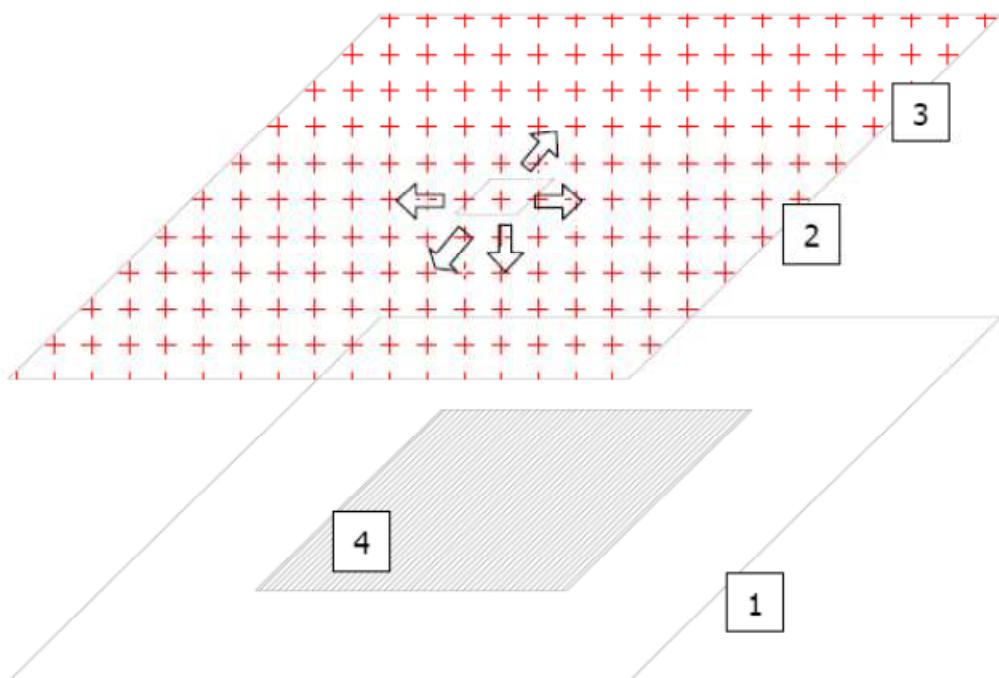
dove:  
Emdis = illuminamento medio disperso = EhC + 6 \* max (EvN; EvE; EvS;EvW)  
Emeff = illuminamento medio sul piano efficace  
Arif = area del piano di riferimento (500 x 500 metri)

$A_{eff}$  = area efficace del compito visivo

Per il calcolo si dovrà utilizzare un software di calcolo illuminotecnico per esterni e prevedere le seguenti operazioni:

- a) creare un progetto per illuminazione esterna;
- b) inserire una superficie di base (dimensioni 500m x 500m con grado di riflessione 0,45 che simula il terreno);
- c) inserire sopra la superficie di base, a 20m di altezza, un piano orizzontale di misura delle stesse dimensioni per l'illuminamento orizzontale con orientamento verso il basso (reticolo 10m x 10m)

- in modo da calcolare l'illuminamento orizzontale disperso verso l'alto;  
 d) inserire un secondo piano di misura come c), in modo da calcolare gli illuminamenti verticali lungo le 4 direzioni principali;  
 e) al centro del terreno inserire il modello di analisi (un tipologico di strada, rotatoria, piazza, parcheggio ...) con dimensioni massime 200m x 200m, con tutti i corpi illuminanti; per modelli che eccedono le predette dimensioni analizzare l'impianto suddividendolo in più porzioni avente ciascuna dimensioni massime 200m x 200m.  
 f) eseguire il calcolo completo (diretto + indiretto livello medio) e ricavare i parametri sotto indicati:



Rif.	Descrizione	Misure (m)	Coeff. Riflessione	Reticolo (m)
1	Superficie di base	500 x 500	0,45	10 x 10
2	Piano misura +20m E <sub>hC</sub>	500 x 500		10 x 10
3	Piano misura +20m E <sub>N</sub> +E <sub>E</sub> +E <sub>S</sub> +E <sub>W</sub>	500 x 500		10 x 10
4	Modello di analisi	200 x 200 max.	Propri dei materiali	1 x 1, con almeno 3 punti nella dimensione minima

Figura 1: modello di calcolo

3) Il Coefficiente di efficienza energetica (normalizzato a 100 lux) ( $\eta$ ) espresso in [ $\text{kWh}_{\text{anno}}/\text{m}^2$ ] è definito come rapporto tra energia consumata annualmente dall'impianto per produrre 100 lux di illuminamento sul piano efficace durante il periodo di funzionamento di progetto, tenuto conto delle eventuali regolazioni (intensità luminosa ed energia) nel tempo, ed area efficace:

$$\eta = \left( \frac{\text{kWh}_{\text{anno}}}{A_{\text{eff}}} \right) \left( \frac{100 \text{ lx}}{E_{\text{eff}}} \right)$$

Il termine  $\text{kWh}_{\text{anno}}$  viene determinato nella compilazione dell'allegato A o B relativo all'impianto.

## Valori limite ammessi:

- 1) Lm in cd/m<sup>2</sup> (luminanza minima media mantenuta) o Em. Il valore di verifica misurato o calcolato non potrà essere maggiore del **15%** del valore di progetto;
  - 2) Il coefficiente di manutenzione valutato in funzione del grado di inquinamento, dell'intervallo di manutenzione, del tipo di protezione, del tipo di lampada/alimentazione ed ore di esercizio annue.  
Tale valore dovrà essere:
    - a) maggiore di **0,80** nel caso di assenza di regolatore;
    - b) maggiore di **0,70** nel caso di presenza di regolatore.
  - 3) L'indice dell'illuminamento medio disperso per la soluzione conforme non viene calcolato.
  - 4) Nel caso di illuminazione di facciate di edifici storici e monumenti la luminanza media deve essere inferiore a **0,8 cd/m<sup>2</sup>** sulla superficie illuminata ovvero (nel caso di forme irregolari da illuminare) sul rettangolo circoscritto alla figura stessa; l'illuminazione è soggetta ad orario regolamentato dalle Amministrazioni comunali in relazione ad esigenze generali, quali il risparmio energetico, e locali, quali il turismo.
  - 5) L'indice dell'illuminamento medio disperso per la soluzione calcolata su un piano stabilito (di 500m x 500m posizionato ad un'altezza di 20 metri) **KILL** dovrà essere inferiore a:
    - a) In ogni caso per zona protetta **2,50**;
    - b) Aree extraurbane con traffico veicolare (autostrade, tangenziali, circonvallazioni, ecc.): **3,00**;
    - c) Aree di notevole estensione (parcheggi, piazzali, piazze ed altre superfici simili): **3,00**;
    - d) Centri storici e vie commerciali: **3,00**;
    - e) Illuminazione esterna di edifici industriali: deve essere realizzata per garantire la sicurezza ed il controllo delle zone perimetrali: **3,00**;
    - f) Installazioni sportive: **3,00** per nuove realizzazioni e rifacimenti; **4,00** per adeguamenti con sistemi meccanici (visiere, alette) o per impianti ad elevato coefficiente di riflessione (piste con ghiaccio o neve).
  - 6) Il coefficiente di efficienza energetica (normalizzato a 100 lux) h□□ espresso in [kWhanno/m<sup>2</sup>], dovrà essere sempre inferiore a **15,00**.
  - 7) I valori di illuminamento sulle superfici finestrate ad uso abitativo non devono essere superiori a 5 lux.
  - 8) Le insegne luminose non potranno avere una luminanza maggiore della classe L3 di cui alla norma UNI EN 12899-1.
- 

Nell'**Allegato 3**: sono contenuti gli elaborati di sintesi che riassumono per ogni zona ed area illuminotecnica omogenea gli indici caratteristici ed il piano di intervento in importi e tempo:

### 1.ELABORATI DI SINTESI: RILIEVO e PROGETTO

**Allegati ai precedenti paragrafi abbiamo i seguenti Elaborati cartografici:**

<b>3.2</b>	<i>DIS.</i>	<b>RILIEVO E CLASSIFICAZIONE APPARECCHI ILLUMINANTI E TIPOLOGIE SORGENTI LUMINOSE</b>
<b>3.3</b>	<i>DIS.</i>	<b>RILIEVO QUADRI ELETTRICI ILLUMINAZIONE PUBBLICA</b>
<b>3.4</b>	<i>DIS.</i>	<b>AREE ILLUMINOTECNICHE OMOGENEE -TIPOLOGICI</b>

## CAPITOLO IV

# CLASSIFICAZIONE DELLA RETE VIARIA E DEL TERRITORIO COMUNALE

### 4.1- INTRODUZIONE

Uno degli obiettivi principali del Piano Regolatore di Illuminazione Comunale è la classificazione dell'intero territorio al fine di permettere la futura progettazione illuminotecnica di strade, piazze, giardini, piste ciclabili, incroci principali e torri faro.

#### Classificazione illuminotecnica dei tracciato viario

Identificazione e classificazione (in base alla norma UNI 11248) del tracciato viario esistente. Si potranno riportare in tale ambito anche i parametri illuminotecnici (luminanze ed illuminamenti, uniformità, abbigliamento ecc) caratteristici del tipo di classificazione risultante.

#### Strade a Traffico motorizzato

La classificazione delle strade risulta fondamentale per pianificare al meglio l'illuminazione, in quanto le caratteristiche che gli impianti dovranno soddisfare dipendono strettamente dal tipo di strada che si intende illuminare. Il Codice della Strada divide le strade in 6 grandi categorie:

- Autostrade (extraurbane e urbane)
- Extraurbane principali
- Extraurbane secondarie
- Urbane di scorrimento
- Urbane di quartiere
- Locali (extraurbane e urbane)

Per ogni tipo di strada esistono precisi parametri che devono essere, per quanto possibile, rispettati. Ad esempio le strade di categoria B, Extraurbane principali, devono avere due o più corsie per senso di marcia, un limite di 110 km/h, non possono essere usate da biciclette e ciclomotori. Le strade urbane di scorrimento, categoria D, devono anch'esse avere due o più corsie per senso di marcia, un limite di 70 km/h, ammettono anche i ciclomotori, mentre le biciclette possono circolare solo esternamente alla carreggiata. Le caratteristiche dei vari tipi di strada sono riassunte nelle tabelle per paragrafi successivi.

La norma **UNI 11248** permette di fare una classificazione ai fini illuminotecnici.

#### Resto del Territorio

L'approvazione della norma europea EN 13201 introduce la classificazione anche la restante parte del territorio, permettendo una migliore e più graduale gestione della luce per una migliore fruizione degli spazi e un corretto uso dei flussi luminosi.

### 4.2- CARATTERISTICHE GEOMETRICHE DELLE STRADE

Il Nuovo Codice della Strada (decreto legislativo 30 aprile 1992, n. 285, e successive modificazioni), nonché il Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5 novembre 2001 (Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade) dettano le condizioni e i requisiti per classificare i diversi tipi di strade.

Classificazione strada	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi	Indice illuminotecnico
A- autostrada	2	2+2		<b>6</b>
B- extraurbana principale	2	2+2	Tipo tangenziali e superstrade	<b>6</b>
C- extraurbana secondaria	1	1+1	- con banchine laterali transitabili - S.P. o S.S.	<b>5</b>

Classificazione strada	Carreggiate indipendenti (min)	Corsie per senso di marcia (min)	Altri requisiti minimi	Indice illuminotecnico
D- urbana a scorrimento veloce	2	2+2	Limite di velocità > 50Km/h	<b>6</b>
D- urbana a scorrimento	2	2+2	Limite di velocità < 50Km/h	<b>4</b>
E- urbana di quartiere	1	1+1 o 2 nello stesso senso di marcia	- solo proseguimento strade C - solo con corsie di manovra e parcheggi esterni alla carreggiata	<b>4</b>
F- extraurbana locale	1	1+1 o 1	Se diverse strade C	<b>4</b>
F- urbana interzonale	1	1+1 o 1	Urbane locali di rilievo che attraversano il centro abitato	<b>3</b>
F- urbana locale	1	1+1 o 1	Tutte le altre strade del centro abitato	<b>2</b>

Tabella esemplificativa per la corretta classificazione di una strada secondo il Codice della Strada.

Esulano da questa esemplificazione le sole strade urbane su cui si svolgono regolari servizi di trasporti pubblici (autobus di linea), che non possono essere classificate come F-urbane locali.

Strade di tipo F rurali o in strade locali extraurbane:

se in prossimità di incroci sono previsti apparecchi di illuminazione, singoli o limitati con funzione di segnalazione visiva, non sono richieste prescrizioni per i livelli di illuminazione (categoria ill. S7) ma solo per la categoria ill. G3 per limitare l'abbagliamento, valutato nelle condizioni di installazione degli apparecchi.

Strade non calcolabili con UNI EN 13201-3:

qualora non sia calcolabile il parametro di luminanza della strada secondo la UNI EN 13201-3: 2004, si deve utilizzare la categoria illuminotecnica CE di livello luminoso comparabile.

In particolare, la luminanza media mantenuta per categoria di indice illuminotecnico è la seguente:

Indice illuminotecnico	Luminanza media mantenuta Lm (cd/mq)
<b>6</b>	<b>2,0</b>
<b>5</b>	<b>1,5</b>
<b>4</b>	<b>1,0</b>
<b>3</b>	<b>0,75</b>
<b>2</b>	<b>0,5</b>
<b>1</b>	<b>0,3</b>

La Norma UNI 11248 permette, di comune accordo fra il progettista ed il Comune interessato, di declassificare, dal punto di vista dell'illuminazione, la strada valutando l'effettivo traffico rispetto ai flussi teorici individuati dal DM 6792/2001. In particolare:

- se il traffico notturno nelle condizioni sfavorevoli non raggiunge mai il **50%** del traffico orario previsto per tale tipo di strada, è possibile declassificare di un indice la strada ai fini dell'illuminazione;
- se il traffico notturno nelle condizioni sfavorevoli non raggiunge mai il **25%** del traffico orario previsto per tale tipo di strada, è possibile declassificare di due indici illuminotecnici la strada ai fini dell'illuminazione.

*Il flusso di autoveicoli per corsia, per i diversi tipi di strade, è stabilito dal citato D.M. 6792/2001.*

Classificazione Stradale	Indice Illuminotecnico	Portata di servizio per corsia (autoveic. Equiv./ora)
A – Autostrada extraurbana	6	1100
A – Autostrada urbana	6	1550
B – extraurbana principale	6	1000
C – extraurbana secondaria	5	600
D – urbana a scorrimento veloce	6	950
D – urbana a scorrimento	4	950
E – urbana interquartiere	5	800
E – urbana di quartiere	4	800
F – extraurbana locale	4	450
F – urbana interzonale	3	800
F – urbana locale	2	800

Allo stato attuale non sono disponibili i dati reali dei flussi di traffico rilevati nel Comune di Malè. Per declassificare le strade di uno o due indici dovrebbero essere rispettati i seguenti flussi di traffico notturno.

Tipologia Strada	Flusso di traffico al 50% (autoveic. Equiv./ora)	Flusso di traffico al 25% (autoveic. Equiv./ora)
C – extraurbana secondaria	300	150
D – urbana a scorrimento	475	238
E – urbana di quartiere	400	200
F – extraurbana locale	225	113
F – urbana interzonale	400	200
F – urbana locale	400	200

#### 4.3- CLASSIFICAZIONE ILLUMINOTECNICA

Risulta fondamentale, sia ai fini della stesura di un piano della luce sia della progettazione illuminotecnica, definire i parametri di progetto e quindi classificare correttamente il territorio in ogni suo ambito.

La classificazione di un PRIC, non implica l'obbligo di illuminare quanto classificato, semplicemente determina che, se in futuro si deciderà di intervenire, i parametri di progetto sono già definiti a uso degli uffici tecnici comunali e dei progettisti.

Fasi della classificazione:

- **Categoria illuminotecnica di ingresso** per l'analisi dei rischi: tale categoria dipende esclusivamente dal tipo di strada presente nella zona di studio considerata;

- **Categoria illuminotecnica di progetto:** dipende dall'applicazione dei parametri di influenza e specifica i requisiti illuminotecnici da considerare nel progetto dell'impianto;

- **Categorie illuminotecniche di esercizio:** sono quelle categorie che tengono conto del variare nel tempo dei parametri di influenza, come in ambito stradale del variare dei flussi di traffico durante la giornata.

Nella definizione della categoria illuminotecnica di progetto il progettista: individua i parametri di influenza applicabili e definisce nel progetto le categorie illuminotecniche di progetto/esercizio attraverso una valutazione dei rischi, con evidenza dei criteri e delle fonti d'informazioni che giustificano le scelte effettuate.

L'analisi dei rischi consiste nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare le categorie illuminotecniche per garantire la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla

sicurezza degli utenti della strada, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale.

L'analisi si suddivide in più fasi:

- sopralluogo per valutare i parametri di influenza e la loro importanza;
- individuazione dei parametri e delle procedure richieste da leggi, norme di settore e esigenze specifiche;
- studio degli eventi potenzialmente pericolosi classificandoli in funzione della frequenza e della gravità;
- identificazione degli interventi a lungo termine per assicurare i livelli di sicurezza richiesti da leggi e norme;
- determinazione di una programmazione strategica, con una scala di priorità per le azioni più efficaci in termini di sicurezza per gli utenti.

La sintesi conclusiva individua le categorie illuminotecniche e le misure (impianti, attrezzature, procedure) per assicurare la sicurezza degli utenti della strada, ottimizzando costi di installazione ed energetici, conformemente ai requisiti evidenziati dall'analisi e fissando i criteri da seguire per garantire nel tempo livelli di sicurezza adeguati.

### **Ambito: stradale**

La classificazione illuminotecnica in ambito stradale ha come fine ultimo la definizione dei valori progettuali di luminanza che devono rispettare i progetti illuminotecnici.

Le strade e le piazze, vengono classificate in base all'importanza ed a quanto riportato nella normativa UNI 11248, sia per quanto riguarda il tipo di strada, che la categoria illuminotecnica.

Il prospetto 1 della norma UNI 11248: 2012 riporta la classificazione delle strade secondo la legislazione in vigore al momento della pubblicazione della norma e assegna ad ogni tipo di strada una categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi che rappresenta la categoria con le prestazioni massime.

### **Prospetto1 - Classificazione delle strade e individuazione della categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi obbligatoria**

<b>Tipo di Strada</b>	<b>Descrizione del tipo di strada</b>	<b>Limiti di velocità [Km/h]</b>	<b>Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi</b>	<b>Note punto</b>
A1	Autostrade extraurbane	130-150	ME1	-
	Autostrade urbane	130		
A2	Strade di servizio alle autostrade	70-90	ME2	-
	Strade di servizio alle autostrade urbane	50		
B	Strade extraurbane principali	110	ME2	-
	Strade di servizio alle strade extraurbane principali	70 - 90	ME3b	
C	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2 <sup>1)</sup>	70 - 90	ME2	
	Strade extraurbane secondarie	50	ME3b	
	Strade extraurbane secondarie con limiti particolari	70 - 90	ME2	
D	Strade urbane di scorrimento <sup>2)</sup>	70	ME2	-
		50		
E	Strade urbane interquartiere	50	ME2	-
	Strade urbane di quartiere	50		

Tipo di Strada	Descrizione del tipo di strada	Limiti di velocità [Km/h]	Categoria illuminotecnica di ingresso per l'analisi dei rischi	Note punto	
F <sup>3)</sup>	Strade locali extraurbane(tipi F1 e F2 <sup>1)</sup> )	70 - 90	ME2	6.3	
	Strade locali extraurbane	50	ME3b		
		30	S2		
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2 <sup>4)</sup> )	50	ME4b		
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE3		
	Strade locali urbane:altre situazioni	30	CE4/S2		
	Strade locali urbane: aree pedonali	5			
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE4/S2		
	Strade locali interzonali	50			
		30			
Fbis	Itinerari ciclo-pedonali <sup>4)</sup>	Non dichiarato	S2	-	
	Strade a destinazione particolare <sup>1)</sup>	30	S2	-	

1) Secondo il Decreto ministeriale 5 novembre 2001, n. 6792 "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade" del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti e successive integrazioni e modifiche.  
 2) Per strade di servizio delle strade urbane di scorrimento, definita la categoria illuminotecnica per la strada principale, si applica la categoria illuminotecnica con prestazione di luminanza immediatamente inferiore o la categoria comparabile a questa (prospetto 5 (vedi documento originale UNI 11248: 2012)).  
 3) Vedere osservazioni del punto 6.3 (vedi documento originale UNI 11248:2012).  
 4) Secondo la Legge 1 agosto 2003 numero 214 "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto legge 27 giugno 2003, n 151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada".

Occorre precisare che: laddove l'appartenenza di una strada o di una piazza ad una ben precisa classe non sia già chiaramente riportata nel presente piano, sarà cura del progettista ricorrere agli uffici tecnici comunali per ricevere le dovute informazioni atte ad indicare, in base ad oggettivi riscontri, la classe di appartenenza delle strade alle classi sopra indicate.

Per quanto attiene alle determinazioni di dettaglio ed ai requisiti rispondenti a ciascuna categoria illuminotecnica, si farà riferimento alla normativa UNI : EN 13201 parte 2 che descrive e determina in modo esaustivo le condizioni di illuminazione tipiche di ciascuna categoria, sia in termini di luminanza (L), che di abbigliamento debilitante (TI) e che di illuminazione di contiguità (SR).

Di seguito si riporta nella tabella 7 per ciascuna tipologia di strada individuata nel prospetto 1, in funzione dell'ubicazione della stessa (area classificata come da tabelle 3 e 4) le tipologie delle lampade con le potenze delle stesse che vengono consentite e raccomandate in base al presente Piano, il progettista potrà con adeguate motivazioni giustificare scelte diverse.

## II. Categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio:

L'analisi dei parametri di influenza viene condotta dal progettista all'interno dell'analisi del rischio, e quest'ultimo può anche decidere di non definire la categoria illuminotecnica di ingresso e determinare direttamente quella di progetto. Nello specifico la valutazione della complessità del campo visivo è di responsabilità del progettista ed è elevata nel caso di strada tortuosa, con numerosi ostacoli alla visione anche in funzione di alte velocità. La Tabella 4.7 riassume i prospetti della norma UNI 11248 (fare riferimento alla medesima per approfondimenti), e la classificazione secondo le leggi dello stato. La stessa permette di risalire alla classificazione illuminotecnica (ingresso/progetto/esercizio) del tracciato viario in funzione dei relativi parametri fondamentali di influenza.

Tipo di strada	Portata di servizio per corsia (veicoli/ora)	Descrizione del tipo della strada	Limiti di Velocità [Km/h]	Categoria Illuminotecnica di ingresso	Aree di conflitto	Complessità campo visivo	Dispositivi rallentatori	Flusso di Traffico				
								Categoria illuminotecnica di progetto	Categoria illuminotecnica di esercizio			
								100 %	50%	25%		
A1	1100	Autostrade extraurbane	130-150	ME1	-	Normale	-	ME2				
A1		Autostrade urbane	130		-	Elevata	-	ME1				
A2	1100	Strada di servizio alle autostrade	70-90	ME2	No	Normale	-	ME2	ME3	-		
A2		Strade di servizio alle autostrade urbane				Elevata	-	ME1	ME2	-		
B	1100	Strade extraurbane principali	110		Si	Normale	-	ME1	ME2	-		
B	1100	Strade di servizio alle	70-90			Elevata	-	ME1	ME2	ME2		
C	600	Strade extraurbane secondarie (tipi C1 e C2)	70-90	ME2	No	-	-	ME2	ME3	ME4		
C		Strade extraurbane secondarie			Si	-	-	ME1	ME2	ME3		
C	600	Strade extraurbane secondarie con limiti	70-90	ME2	No	-	-	ME2	ME3	ME4		
D	950	Strade urbane di scorrimento	70		Si	-	-	ME1	ME2	ME3		
D		Strade urbane di scorrimento	ME2	No	-	-	ME2	ME3	ME4			
E	800	Strade urbane interquartiere	50	ME2	No	-	No	ME2	ME3	ME4		
E							Nei pressi	ME1	ME2	ME3		
E		Strade urbane di quartiere			Si	-	No	ME1	ME2	ME3		
E							Nei pressi	ME1	ME2	ME3		
F	800	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2)	70-90	ME2	No	-	-	ME2	ME3	ME4		
F		Strade locali extraurbane			Si	-	-	ME1	ME2	ME3		
F	450	Strade locali extraurbane	50	ME3b	No	-	-	ME3b	ME4	ME5		
F		Strade locali extraurbane			Si	-	-	ME2	ME3	ME4		
F	450	Strade locali extraurbane	30	S2	No	-	-	S2	S3	S4		
F		Strade locali urbane			Si	-	-	S1	S2	S3		

**Tabella 4.7:** Classificazione illuminotecnica di progetto e esercizio in funzione della categoria della strada e dei fondamentali parametri di influenza secondo la norma UNI 11248 (fare sempre riferimento al documento UNI originale).

La norma UNI 11248 introduce e propone nel prospetto 2, alcuni possibili parametri di influenza, ovviamente non tutti applicabili in ciascun ambito illuminotecnico. Nello specifico il prospetto 2 identifica quelli fondamentali applicabili in ambito stradale e per piste ciclabili (direttamente riportati nelle tabelle 4.7, 4.8 e 4.9).

Parametro di influenza	Riduzione massima della categoria illuminotecnica
Complessità del campo visivo normale	1
Condizioni non conflittuali	1
Flusso di traffico <50% rispetto alla portata di servizio	2
Flusso di traffico <25% rispetto alla portata di servizio	1
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali	1
Assenza pericolo di aggressione	1
Assenza di svincoli e/o intersezioni a raso	1
Assenza di attraversamenti pedonali	1

**Tabella 4.8 – Prospetto 2** norma UNI 11248:2012 (indicazione sulle variazioni della categoria illuminotecnica in relazione ai parametri di influenza).

## **Ambito: resto del territorio**

L'approvazione della norma europea EN 13201 introduce la classificazione anche la restante parte del territorio, permettendo una migliore e più graduale gestione della luce per una migliore fruizione degli spazi e un corretto uso dei flussi luminosi.

Le norme di riferimento sono le seguenti:

- UNI EN 13201 e UNI 11248 – parcheggi e piazze, incroci e rotatorie, ciclabili, parchi, pedonali, ecc.;
- UNI EN12193 – impianti sportivi;
- EN 12462 – Aree industriali di lavoro con utilizzo anche notturno.

La categoria illuminotecnica EV, integra le categorie CE ed S, per zone sottoposte a videosorveglianza.

## B- PARAMETRI ILLUMINOTECNICI PROGETTUALI

Definiti i requisiti illuminotecnici di progetto, si devono minimizzare (a meno della tolleranza di misura indicata nelle norme):

- la luminanza media mantenuta in ambiti stradali (Tabelle 4.12);
- gli illuminamenti orizzontali medi mantenuti negli altri ambiti (Tabelle 4.13).

I parametri di progetto da minimizzare sono riportati in Tabella 4.11.

Applicazione	Classe EN 13201	Parametro di progetto	Grandezza illuminotecnica di progetto	Grandezza illuminotecnica da verificare 1	Ulteriore parametro da verificare	Grandezza illuminotecnica da verificare 2
<b>Strade</b>	ME	Luminanza media mantenuta	<b>Lm [cd/m<sup>2</sup>]</b>	<b>Unif. Generale Uo[%]</b> <b>Unif. Long. Ul[%]</b>	Abbagliamento massimo	<b>Ti [%]</b>
<b>Pedonali, parchi, giardini, parcheggi, piazze, ciclabili, strade non di classe ME</b>	S	Illuminamento Orizzontale	<b>E medio minimo mantenuto [lx]</b>	<b>E min mantenuto [lx]</b>	Illuminamento Semicilindrico	<b>Esc. minimo mantenuto [lx]</b>
<b>Rotatorie, zone conflitto, sottopassi intersezioni, strade non di classe ME in aree di conflitto</b>	CE	Illuminamento Orizzontale	<b>E medio minimo mantenuto [lx]</b>	<b>Uo Uniformità di E medio (Emed/Emin)</b>	Illuminamento Verticale	<b>EV minimo mantenuto [lx]</b>

Tabella 4.11: Definizione dei parametri illuminotecnici di progetto da ottimizzare e minimizzare.

### Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti

Quando zone adiacenti o contigue prevedono categorie illuminotecniche diverse è necessario individuare le categorie illuminotecniche che presentano un livello luminoso comparabile (Tabella 4.14 i gruppi di categorie illuminotecniche comparabili sono riportate nella stessa colonna).

Classe EN 13201		ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
Luminanze [cd/m <sup>2</sup> ]		2	1.5	1	0,75	0,5	0,3		
<b>E orizzontali</b>	<b>CE0 (50lx)</b>	<b>CE1 (30lx)</b>	<b>CE2 (20lx)</b>	<b>CE3 (15lx)</b>	<b>CE4 (10lx)</b>	<b>CE5 (7.5lx)</b>			
<b>E orizzontali</b>				<b>S1 (15lx)</b>	<b>S2 (10lx)</b>	<b>S3 (7.5lx)</b>	<b>S4 (5lx)</b>	<b>S5 (3lx)</b>	<b>S6 (2lx)</b>
<b>E semicilindrici</b>	<b>ES1 (10lx)</b>	<b>ES2 (7.5lx)</b>	<b>ES3 (5lx)</b>	<b>ES4 (3lx)</b>	<b>ES5 (2lx)</b>	<b>ES6 (1.5lx)</b>	<b>ES7 (1lx)</b>	<b>ES8 (0.75lx)</b>	<b>ES9 (0.5lx)</b>
<b>E verticali</b>		<b>EV3 (10lx)</b>	<b>EV4 (5lx)</b>	<b>EV5 (0.5lx)</b>					

Tabella 4.14: Tavola di correlazioni illuminotecnica per zone progettuali contigue.

## Requisiti illuminotecnici di progetto in ambito stradale:

Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento	SR min*
	Lm (minima mantenuta) cd/m <sup>2</sup>	U <sub>0</sub> min (Uniformità generale)	U <sub>1</sub> min (Uniformità longitudinale)		
ME1	2	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5	0,4	0,7	10	0,5
ME3a	1,0	0,4	0,7	15	0,5
ME3b	1,0	0,4	0,6	15	0,5
ME3c	1,0	0,4	0,5	15	0,5
ME4a	0,75	0,4	0,6	15	0,5
ME4b	0,75	0,4	0,5	15	0,5
ME5	0,5	0,35	0,4	15	0,5
ME6	0,3	0,35	0,4	15	Nessuna richiesta

Tabella 4.12: Parametri illuminotecnici di progetto in ambito stradale. \*SR: questo criterio può essere applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri adiacenti alla carreggiata.

## Requisiti illuminotecnici di progetto in altri ambiti

**Classe CE** Definisce gli illuminamenti orizzontali di aree di conflitto come strade commerciali, incroci principali, rotatorie, sottopassi pedonali ecc.

**Classe S** Definiscono gli illuminamenti orizzontali per strade e piazze pedonali, piste ciclabili, parcheggi ecc.

**Classe ES** Favorisce la percezione della sicurezza e la riduzione della propensione al crimine.

**Classe EV** Favorisce la percezione di piani verticali in passaggi pedonali, caselli, svincoli o zone di interscambio) o in zone con rischio di azioni criminose, ecc.

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicilindrico		
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	U <sub>0</sub> Emedio	Ti (Valore dell' incremento di soglia)	Classe	E <sub>sc</sub> Minimo (mantenuto) lx	
CE0	50	0,4	10	ES1	10	
CE1	30	0,4	10	ES2	7,5	
CE2	20	0,4	10	ES3	5	
CE3	15	0,4	15	ES4	3	
CE4	10	0,4	15	ES5	2	
CE5	7,5	0,4	15	ES6	1,5	
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	E. min (mantenuto)	Ti (Valore dell' incremento di soglia)	ES7	1	
S1	15	5	15	ES8	0,75	
S2	10	3	15	ES9	0,5	
S3	7,5	1,5	15	Illuminamento verticale		
S4	5	1	20	Classe	E <sub>v</sub> Minimo lx	
S5	3	0,6	20	EV3	10	
S6	2	0,6	20	EV4	7,5	
S7	Non determinato			EV5	5	

Tabella 4.13: Parametri illuminotecnici di progetto delle classi S, CE, EV, Es.

## Illuminazione delle intersezioni a rotatoria

Le intersezioni a rotatoria, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie CE, integrate dai requisiti sull'abbagliamento debilitante.

• Strade di accesso (bracci di ingresso e di uscita) alla rotatoria illuminate. La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento alla Tabella 4.14. Per esempio, se le strade di accesso hanno al massimo classe ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria illuminotecnica CE2.

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

## **Illuminazione delle intersezioni a raso lineari e a livelli sfalsati**

Le intersezioni, per le loro caratteristiche geometriche e funzionali possono essere illuminate applicando le categorie illuminotecniche della serie CE, integrate dai requisiti sull'abbigliamento debilitante.

- Strade principali (delle quali gli elementi di intersezione vi fanno parte) illuminate. La categoria illuminotecnica selezionata dovrebbe essere maggiore di un livello rispetto alla maggiore tra quelle previste per le strade di accesso, facendo riferimento alla Tabella 4.14. Per esempio, se le strade di accesso hanno al massimo classe ME3, nell'intersezione dovrebbe essere applicata la categoria CE2.
- Strade principali non illuminate. Si raccomanda di assumere la categoria illuminotecnica CE1. Si raccomanda inoltre di adottare una illuminazione decrescente nella zona di transizione tra la zona buia e quella illuminata. La lunghezza di questa zona, su ogni strada di accesso non illuminata, non dovrebbe essere minore dello spazio percorso in 5 secondi alla velocità massima prevista di percorrenza dell'intersezione.

## **CLASSIFICAZIONE STRADE**

### **Integrazione Illuminotecnica della classificazione e analisi dei rischi**

Il territorio comunale presenta diversi livelli di traffico, passando dalle strade statali a quelle locali urbane e extraurbane.

Nella definizione della classificazione illuminotecnica del territorio si sono quindi seguite pediseguamente le norme, andando però a identificare, in funzione di una puntuale analisi dei rischi riassunta qui con delle considerazioni di massima, e distinguere alcune particolari situazioni in accordo con l'amministrazione comunale per evitare sovrailluminamenti in un territorio in cui potrebbe avere un elevato impatto e soprattutto in cui la presenza di persone, veicoli, rischi di interferenze è assolutamente limitata e non giustificata da interventi con una illuminazione permanente. Per questi motivi e con l'obiettivo di migliorare la percezione del territorio ove necessario si riportano le seguenti considerazioni conclusive e di completamento dell'analisi dei rischi:

1. Tutte le vie comunali non presentano situazioni di pericolo, sia sul tracciato urbano che su quello extraurbano in quanto non si hanno evidenti situazioni in cui viene alterato il compito visivo e le condizioni di conflitto sono estremamente limitate a 2-3 incroci principali.

2. Tutte le vie comunali soprattutto nel tracciato viario urbano ed extraurbano presentano alcune delle seguenti caratteristiche:

- sono a traffico limitato, e la maggior parte delle vie extraurbane sono del tipo comunale o vie agricole, e sia le dimensioni che le velocità consentite sono modeste,

- non presentano interferenze luminose artificiali nella visione del territorio che possono distrarre dal percorso e fuorviare la percezione,

- i percorsi delle strade extraurbane raramente sono tortuosi o presentano limitazioni alla visibilità diurne e notturna e non sono state individuate presenze di elementi che possano disturbare la percezione del percorso.

Tra i parametri di influenza che incidono maggiormente sull'illuminazione del territorio comunale possiamo annoverare i seguenti:

- utilizzo di apparecchi del tipo full cut off (prescritti per legge) che riducono i fenomeni di abbagliamento e a parità di condizioni permettono di ridurre la luminanza delle strade anche di una classe (-1 classe illuminotecnica),

- Compiti visivi normali (-1 classe illuminotecnica),

- Condizioni non conflittuali (-1 classe illuminotecnica),

- Segnaletica efficace nelle zone conflittuali (-1 classe illuminotecnica),

- Nelle zone pedonali l'utilizzo di sorgenti ad elevata resa cromatica, permette una ulteriore declassificazione dell'ambito da illuminare (-1 classe illuminotecnica).

UNI EN 13201-2:2004	
Indice della categoria illuminotecnica	Valore della luminanza minima mantenuta in condizioni di manto stradale asciutto (cd/m <sup>2</sup> )
ME1	2,0
ME2	1,5
ME3a	1,0
ME3b	1,0
ME3c	1,0
ME4a	0,75
ME4b	0,75
ME5	0,5
ME6	0,3

• flusso di traffico minore del 50% del valore massimo: indice della categoria illuminotecnica ridotto di 1;

• flusso di traffico minore del 25% del valore massimo: indice della categoria illuminotecnica ridotto di 2, salvo per la categoria illuminotecnica con indice 2 cui si applica la riduzione di una categoria.

Il piano definisce le classificazioni del territorio in quanto condivisa dall'amministrazione comunale ma i futuri progetti d'illuminazione oltre ad assolvere alla classificazione definita nel piano dovranno rispettare i requisiti prescritti per legge e dalla UNI11248 in merito ai contenuti di un progetto illuminotecnico ed alla definizione delle attività manutentive che preservano i requisiti di progetto.

Le seguenti tabelle riportano la suddivisione delle strade del Comune di Malè in funzione delle categorie illuminotecniche a loro assegnate.

LOCALIZZAZIONE	TIPO DI STRADA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO
VIA 4 NOVEMBRE	E	ME2
VIA TRENTO	E	ME2
VIA BRESCIA	E	ME2
VIA BEZZI BARTOLOMEO	F	S1
VIA SILVESTRI UGO	F	ME3b
VIA DAMIANO CHIESA	F	CE3
VIA BEZZI ERGISTO	F	CE3
VIA FRANCESCO GUARDI	F	CE3
VIA FRATELLI CIOLLI (b)	F	CE3
VIA MERANO	F	ME3b
VIA ALLA CROCE	F	ME3b
VIA ENRICO CONCI	F	CE3
VIA ROMA	F	CE3
VIA MONTE GRAPPA (A MONTE DI VIA CONCI)	F	CE3
VIA TADDEI	F	ME3b
VIA FILZI	F	S1
VIA ALCIDE DEGASPERI (a)	F	ME3b
VIA VERONA	F	CE3
VIA PORTACCIA (VIA DA PIAZZA CEI A PIAZZA COSTANZI)	F	CE3
VIA DEGLI ALPINI	F	ME3b
VIA MOLINI	F	ME3b
VIA TRIESTE	F	ME3b
VIA TORINO	F	ME3b
VIA MILANO	F	ME3b
VICOLO FRATTAGLIA	F	CE3
VICOLO ACCONCIO	F	S1
PIAZZA GIUSEPPE GARIBALDI	F	CE3
PIAZZA COSTANZI	F	CE3
PIAZZA REGINA ELENA	PZ	S1
PIAZZA CEI	F	CE3
PIAZZA DANTE	F	CE3
SANTA MARIA ASSUNTA	PZ	S1
PIAZZA CESARE BATTISTI	PZ	S1
PIAZZA PORTEGALA	F	CE3
VIA FILANDA	F	CE3
VIA DON RAUZI	F	CE3
VIA BRESADOLA	F	CE3

LOCALIZZAZIONE	TIPO DI STRADA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO
VICOLO AI RONCHI	F	CE3
VIA ACCONCIO	F	S1
SVINCOLO VIA TORINO	F	ME3b
VIA TORINO (a)	F	ME3b
VIA TORINO (b)	F	ME3b
VIA TORINO (c)	F	ME3b
VIA TORINO (d)	F	ME3b
PARCHEGGIO VIA TORINO	F	ME3b
VIA TORINO (e)	F	ME3b
VIA MOLINI NUOVA LOTIZZAZIONE	F	ME3b
USCITA SS - NUOVA LOTIZZAZIONE	F	ME3b
USCITA SS42 - NORD MALE'	F	ME3b
Z.I. - VIA PER LOC. MOLINI	F	ME3b
Z.I. - LOC. MOLINI	F	ME3b
LOC. MOLINI	F	ME3b
VIA 1 -LOC. MOLINI	F	CE3
VIA 2 - LOC. MOLINI	F	CE3
VIA 3 - LOC. MOLINI	F	CE3
VIA PER IL DEPURATORE	F	ME3b
VIA MOLINI PER ZONA ARTIGIANALE	F	ME3b
VIA PER PARCO REGAZZINI (a)	F	ME3b
VIA PER TRENTO	E	ME2
VIA TADDEI (b)	F	CE3
LATERALE VIA TRENTO	F	CE3
VIA MARCONI (a)	F	CE3
VIA MARCONI -pedonale	E	S1
VIA MARCONI (b)	F	CE3
VIA ALCIDE DEGASPERI (b)	F	ME3b
PARCHEGGIO PIAZZA GARIBALDI	PK	CE4
VIA ALCIDE DEGASPERI ( c )	F	ME3b
USCITA SS42 SUD MALE'	F	ME3b
INGRESSO IN SS42 A SUD MALE'	F	ME3b
VIA ALLA CROCE - VIA DEGASPERI	F	CE3
VIA ALLA CROCE PEDONALE	F	S2
VIA PANORAMICA A MONTE DEL FIUME NOCE	F	S2
PASSERELLA SUL NOCE	F	S2
VIA PANORAMICA A VALLE DEL FIUME NOCE	F	S2
VIA PER PARCO REGAZZINI (b)	F	ME3b
VIA PER PARCO REGAZZINI ( c )	F	ME3b

LOCALIZZAZIONE	TIPO DI STRADA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO
PEDONALE VIA MERANO	F	S2
DA VIA MERANO A CONDOMINI	F	CE3
PEDONALE DA CONDOMINI VIA MERANO A VIA MOLINI	F	S2
PARCHEGGIO VIA FRATELLI CIOLLI	PK	ME3b
VIA FRATELLI CIOLLI ( a )	F	ME3b
PARCO GIOCHI VIA ALLA CROCE - VIALETTO	PR	S2
PARCO GIOCHI VIA ALLA CROCE - AREA GIOCHI	PR	S2
VIA MOLINI (TRA VIA IV NOVEMBRE E PIAZZA CEI)	F	CE3
PARCHEGGIO INGRESSO VIA MOLINI	PK	S1
VIA LATERALE VIA IV NOVEMBRE	F	CE4
VIA LATERALE VIA SILVESTRI	F	CE4
VIA CONCI (TRA VIA SILVESTRI E VIA TADDEI)	F	CE3
VIA MONTE GRAPPA (LATERALE VIA TADDEI)	F	CE3
LATERALE VIA ROMA	F	CE3
LATERALE VIA ACCONCIO	F	S1
VICOLO TRA PIAZZA R. ELENA E PIAZZA COSTANZI	F	S1
VIA PORTACCIA (DA PIAZZA COSTANZI A PIAZZA PORTEGALA)	F	CE3
VIA PORTACCIA (DA PIAZZA PORTEGALA A VIA DE GASPERI)	F	CE3
PEDONALE TRA VIA TRENTO E VIA ROMA - SCALA	PR	S1
PEDONALE TRA VIA TRENTO E VIA ROMA	PR	S1
LATERALE VIA TRENTO - PARCHEGGIO CASE A SCHIERA	F	CE4
VIA TADDEI PARCHEGGIO SCUOLE MEDIE	PK	CE3
VIA TADDEI - SCUOLE MEDIE	AL	AL
LATERALE VIA DEGLI ALPINI	F	ME3b
INCROCIO VIA DEGLI ALPINI CON VIA TADDEI	F	ME3b
VIA MONTE GRAPPA (A VALLE DI VIA CONCI)	F	CE3
LATERALE VIA MONTE GRAPPA	F	CE3
VIA MONTE GRAPPA (DA VIA TADDEI)	F	CE3
PIAZZA G. GARIBALDI (INGRESSO VIA ALLA VECCHIA STAZIONE)	AL	AL
PARCHEGGIO STAZIONE FERROVIARIA	PK	S2
LATERALE VIA DE GASPERI - ZONA POLVERIERA	F	CE3
PARCHEGGIO VIA ALLA CROCE - PISCINA	PK	S2
AREA FONTANA- PIAZZA CEI	PR	S1
PARCHEGGIO COMUNITA' VAL DI SOLE - VIA IV NOVEMBRE	PR	S1
GIARDINI COMUNITA' VAL DI SOLE - VIA IV NOVEMBRE	PR	S1

LOCALIZZAZIONE	TIPO DI STRADA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO
AREA CIMITERIALE - MALE'	AL	S2
CORTILE 1 -RESIDENZIALE - MALE'	AL	AL
VICOLO PER CORTILE 2 - RESIDENZIALE - MALE'	AL	AL
Z.I. LATERALE VIA PER LOC. MOLINI	F	ME3b
CHIESA S. MARIA ASSUNTA -ILLUMINAZIONE D'ACCENTO-PIAZZA MARIA ASSUNTA	FA	FA
MONUMENTO NEI GIARDINI PIAZZA G. GARIBALDI	FA	AL
LATERALE DI VIA DON RAUZI - CASA DELLA GIOVENTU'	AL	AL
ILLUMINAZIONE D'ACCENTO - VERDE PIAZZA DANTE	FA	FA
STRADA DI COLLEGAMENTO FRAZ. ARNAGO E FRAZ. MAGRAS	F	ME3b
VIA 1 -INGRESSO FRAZ. ARNAGO	F	CE3
PARCHEGGIO VIA 1 - ARNAGO	PK	S2
VIA 2 - PARTE BASSA ARNAGO	F	CE3
VIA 3 -ARNAGO	F	CE3
PIAZZA CENTRO DI ARNAGO	F	CE3
VIA 4 -ARNAGO -DA PIAZZA CENTRO A VIA 2	F	CE3
VICOLO 5 - ARNAGO -DA VIA 4 A VIA 2	F	CE3
PIAZZETTA A LATO CHIESA -ARNAGO	F	CE3
VICOLO 6 SENZA USCITA - DA PIAZZETTA LATO CHIESA-ARNAGO	AL	AL
VICOLO 7 SENZA USCITA - DA PIAZZETTA LATO CHIESA -ARNAGO	AL	AL
VICOLO 8 LATERALE CHIESA - ARNAGO	F	CE3
VICOLO 9 - ARNAGO	F	CE3
VIA 10 SENZA USCITA -INGRESSO DA VIA 1 - ARNAGO	F	CE4
VIA 11 SENZA USCITA -INGRESSO DA VIA 1 - ARNAGO	F	CE4
VIA 12 SENZA USCITA -INGRESSO DA PIAZZETTA CHIESA - ARNAGO	F	CE3
CORTILE CON INGRESSO DA VIA 4 -ARNAGO	AL	AL
SP141 - BOLENTINA	F	CE3
VIA 1 - ATTRaversamento FRAZ. BOLENTINA	F	CE3
VIA 2 - BOLENTINA	F	CE3
VIA 3 - BOLENTINA	F	CE3
VIA 4 - BOLENTINA	F	CE3
INCROCIO VIA 1 -VIA 2- VIA 3 - CENTRO BOLENTINA	F	CE3
VIA 5 - BOLENTINA	F	CE3
VICOLO 6 - TRA VIA 5 E VIA 1	F	CE3
PARCHEGGIO - BOLENTINA	PK	S2
CORTILE 1 -RESIDENZIALE - BOLENTINA	AL	AL

LOCALIZZAZIONE	TIPO DI STRADA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO
CORTILE 2 -RESIDENZIALE - BOLENTINA	AL	AL
VICOLO 7 - BOLENTINA	F	CE3
VIA 4 -ILL. CON PROIETTORE - BOLENTINA	FA	AL
INGRESSO RESIDENZIALE DA VIA 1 - BOLENTINA	AL	AL
CORTILE 3 - RESIDENZIALE - BOLENTINA	AL	AL
VIA 1 - MONTES	F	CE3
VIA 2 - MONTES	F	CE3
VIA 3 - MONTES	F	CE3
VIA 4 SENZA USCITA - MONTES	F	CE3
VIA 5 SENZA USCITA - INGRESSI RESIDENZE - MONTES	AL	AL
VIA 6 ACCESSO A CORTILE - MONTES	AL	AL
CORTILE INTERNO 1 -RESIDENZIALE-MONTES	AL	AL
CORTILE 2 -RESIDENZIALE-MONTES	AL	AL
VIA 7 - MONTES	F	CE3
PONTE LOCALITA' PONDASIO	E	ME2
VIA 1 - LOCALITA' PONDASIO	F	CE3
VIA 2 - LOCALITA' PONDASIO	F	CE3
SP86 - LOCALITA' PONDASIO	F	CE3
VIA 3 - LOCALITA' PONDASIO	F	CE3
SP 141 - LOCALITA' MANGIASA	F	ME3b
VIA 1 SENZA USCITA (OVEST) INGRESSO DA SP141- LOCALITA' MANGIASA	F	CE4
VIA 2 SENZA USCITA (EST) INGRESSO DA SP141- LOCALITA' MANGIASA	F	CE4
SP86 - FRAZIONE MAGRAS	F	ME2
INCROCIO TRA SP86 E VIA 1 - MAGRAS	F	ME2
VIA 1 - MAGRAS	F	CE3
INCROCIO TRA VIA 1 e VIA 2 - MAGRAS	F	CE3
VIA 2 - MAGRAS	F	CE3
VIA 3 - MAGRAS	F	CE3
PIAZZA CENTRO MAGRAS	F	CE3
PARCHEGGIO - CENTRO MAGRAS	PK	S2
VIA 4 - CONFLUENTE IN PIAZZA CENTRO MAGRAS	F	CE3
PIAZZETTA - MONUMENTO AI CADUTI-MAGRAS	FA	AL
VIA 5 - CONFLUENTE IN PIAZZA CENTRO MAGRAS	F	CE3
VICOLO 6 SENZA USCITA DA PIAZZA CENTRO MAGRAS	F	CE3
VIA DA PIAZZA CENTRO MAGRAS A VIA PER ARNAGO	F	CE3
VIA 7 - MAGRAS- TRATTO A MONTE DI LATERALE PER CIMITERO	F	CE3

LOCALIZZAZIONE	TIPO DI STRADA	CATEGORIA ILLUMINOTECNICA DI INGRESSO
VIA 7 - MAGRAS - TRATTO DA LATERALE PER CIMITERO A SP	F	CE3
LATERALE PER CIMITERO-MAGRAS	F	CE3
VIA INGRESSO AL CIMITERO-MAGRAS	AL	AL
SCALA DA VIA PER CIMITERO A PARCHEGGIO-MAGRAS	PR	S2
VICOLO 8 - PEDONALE-MAGRAS	F	S2
MONUMENTO AI CADUTI - ILLUMINAZIONE D'ACCENTO - MAGRAS	FA	AL
CHIESA S. MARCO - ILLUMINAZIONE D'ACCENTO - MAGRAS	FA	AL
INCROCIO TRA VIA 1 - VIA3 E INGRESSO A PIAZZA CENTRO MAGRAS	F	CE3
INCROCIO TRA VIA 7 E LATERALE PER CIMITERO	F	CE3
VIA PER CHIESA SAN VALENTINO	F	CE3
SCALA PER CIMITERO - SAN VALENTINO	PR	S2
AREA CIMITERIALE - SAN VALENTINO	AL	S2
PEDONALE LUNGO PERIMETRO CHIESA SAN VALENTINO - ILLUMINAZIONE D'ACCENTO	PR	S2

## CLASSIFICAZIONE DEL RESTO DEL TERRITORIO

La classificazione del resto del territorio può essere eseguita mediante le norme tecniche EN 13201 di che permettono di assegnare determinati valori progettuali a ciascun ambito territoriale con particolare destinazione.

1. *EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe CE (Aree di conflitto come strade commerciali, incroci, rotatorie, sottopassi, ecc.)*

Illuminamento orizzontale - Classe CE		
Classe	E. Medio [lx] (minimo mantenuto)	$U_0$ Emedio
CE0	50	0.4
CE1	30	0.4
CE2	20	0.4
CE3	15	0.4
CE4	10	0.4
CE5	7.5	0.4

### Quando usarla

- *Incroci importanti, rotatorie e svincoli.*
  - *Strade di aree commerciali.*
  - *Corsie di incolonnamento e decelerazione.*
  - *Sottopassi pedonali.*
- Quando non usarla**
- *Strade con incroci su strade secondarie che non modificano la visione del conducente.*
  - *Strade con banchine laterali o corsie di emergenza che fanno parte della banchina principale.*

### Condizioni in cui è applicabile

- *Quando le convenzioni per la luminanza non sono applicabili (in generale aree complesse con molteplici direzioni di osservazione)*
- *Come classe aggiuntiva per situazioni in cui siano presenti più utenti della strada*

2. *EN 13201 – Illuminamenti Orizzontali: Classe S (Strade pedonali, piste ciclabili, campi scuola, parcheggi, ecc.)*

### Quando usarla

- *Nelle strade principali che attraversano i piccoli centri urbani è comune trovare affiancati o congiunti alla carreggiata parcheggi a raso, marciapiedi o piste ciclabili.*
- *In questo caso unitamente al calcolo della luminanza è necessario verificare i valori di illuminamento e soprattutto il rispetto del valore minimo puntuale.*
- *Questi valori possono essere di riferimento anche per piccole circolazioni interne veicolari o pedonali .*

Illuminamento orizzontale – Classe S		
Classe	E. Medio [lx] (minimo mantenuto)	E.min [lx] (mantenuto)
S1	15	5
S2	10	3
S3	7.5	1.5
S4	5	1
S5	3	0.6
S6	2	0.6
S7	Non determinato	

### Quando non usarla

- *I valori di S1 sono da utilizzare come valori di riferimento e controllo per situazioni in cui l'illuminamento non sia elemento principale di valutazione.*
- *Nel caso di rotatorie o altre situazioni simili è imperativo utilizzare come riferimento la classe CE*

3. EN 13201 – Illuminamenti Verticali: Classe EV (Classe aggiuntiva per facilitare la percezione di piani verticali come passaggi pedonali, caselli, ecc.)

Illuminamento verticale	
Classe	$E_V$ minimo [lx] (mantenuto)
EV1	50
EV2	30
EV3	10
EV4	7.5
EV5	5
EV6	0.5

#### A cosa serve

I valori di illuminamento verticale permettono di valutare la quantità di luce che colpisce (da una direzione di osservazione data) una sagoma o un ostacolo che si staglia sul fondo.

I parametri definiti nella classe EV sono riferimenti aggiuntivi da utilizzare congiuntamente alle altre classi base.

#### Quando usarla

- Il calcolo della classe EV è un parametro aggiuntivo ed integrativo in alcune condizioni alle classi ME, MEW, CE -S
- Negli attraversamenti pedonali.
- Sul fronte dei caselli a pedaggio.
- In tutti i casi in cui è necessario verificare la corretta illuminazione di una sagoma

#### Quando non usarla

- Illuminazione di sicurezza, in particolare in aree sottoposte a video sorveglianza.
  - Piazze ed aree pedonali come alternativa o variante agli illuminamenti semicilindrici.
  - In incroci o svincoli per verificare i valori nei punti limite.
- Tale classe viene associata alle altre classi in caso di progettazione del territorio; non viene quindi riportata una suddivisione specifica per il territorio comunale in quanto sarebbe piuttosto articolata e complessa.

4. EN 13201 – Illuminamenti Semicilindrici: Classe ES (Classe aggiuntiva per aumentare la percezione di sicurezza e ridurre la propensione al crimine)

Illuminamento semicilindrico	
Classe	$E_{SC}$ Minimo [lx] (mantenuto)
ES1	10
ES2	7.5
ES3	5
ES4	3
ES5	2
ES6	1.5
ES7	1
ES8	0.75
ES9	0.5

#### A cosa serve

La classe ES viene utilizzata per definire dei valori di riferimento nel riconoscimento delle forme tridimensionali (una persona e il suo volto).

Una buona percezione di una figura a una distanza adeguata consente, per la maggioranza degli individui, di accrescere il senso di sicurezza e quindi il piacere di permanere in un determinato luogo.

#### Quando usarla

La classe ES è una classe aggiuntiva, il suo utilizzo è da prevedere congiuntamente alle altre classi base.

In tutte le aree pedonali dove è importante limitare il senso di insicurezza, principalmente piazze, parcheggi, marciapiedi e

zone pedonali.

## **FLUSSI DI TRAFFICO**

La norma UNI 11248, introduce la possibilità di abbassare i livelli di luminanza quando il traffico risulta inferiore al 50% e al 25% del livello massimo consentito per ogni tipologia di strada.

Per esempio:

- una strada urbana di scorrimento che dalle 17 alle 20 presenta il massimo traffico consentito (es. 800 veicoli/ora/corsia) deve avere una luminanza di 1 cd/m<sup>2</sup> .
- con un flusso di traffico dalle 20 alle 22:30 ridotto del 50% (400 veicoli/ora/corsia) la luminanza può essere ridotta a 0,75 cd/m<sup>2</sup> .
- dalle 22:30 in poi, con un traffico ridotto a meno del 25% del massimo (266 veicoli/ora/corsia), la strada può avere una luminanza di 0,5 cd/m<sup>2</sup> .

La norma inoltre dice che l'indice della categoria illuminotecnica che corrisponde ad ogni classe di strada vale per i flussi di traffico massimi previsti per ogni classe stradale.

## **Orari di riduzione dei flussi luminosi**

Volendo definire una curva di calibrazione per gli impianti d'illuminazione, in considerazione di una riduzione di flusso di traffico nelle ore notturne, disponendo dei flussi di traffico suddivisi per fasce orarie, si quantifica del 70% a partire dalle ore 22:00 fino alle 07:00.

Per quanto riguarda strade pedonali, parcheggi categoria di riferimento **S3**.

## **Future nuove classificazioni**

Ogni futura classificazione di aree, svincoli, strade, deve essere realizzata in conformità ai paragrafi 4.2, 4.3 4.6 e integrarsi con livelli d'illuminazione coerenti con quelli previsti dal Piano medesimo per le aree circostanti, contenendo i livelli d'illuminamento per non alterare l'eco-sistema.

Eventuali variazioni dei flussi di traffico negli anni a venire suggeriranno, di volta in volta, come e se cambiare gli orari di riduzione del flusso luminoso nelle varie strade.

## **CAPITOLO V**

# **PIANIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI DI:**

## **-ADEGUAMENTO**

## **-SOSTITUZIONE**

## **-MANUTENZIONE**

### **5.1 Identificazione delle tipologie dei sistemi e dei corpi illuminanti ammessi e conformi alla L.P. 16/07.**

Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna, siano essi pubblici o privati dovranno essere realizzati in conformità alla normativa vigente (L.P. n.16/07).

I criteri guida che potranno caratterizzare la progettazione di futuri impianti di illuminazione pubblica sono relativi a:

1) possibilità di una diminuzione dei livelli di luminanza in quegli orari in cui le caratteristiche di uso dello spazio cittadino lo consentano (i livelli di illuminazione necessari per la sicurezza o per il buon uso di un certo tipo di area dipendono infatti dalle caratteristiche di fruizione dell'area stessa);

2) minimizzazione della dispersione diretta di luce da parte degli apparecchi di illuminazione al di fuori delle aree da illuminare. Ciò è già concretamente realizzabile attraverso un'attenta progettazione e un'attenta scelta degli apparecchi di illuminazione basata sulle loro prestazioni e caratteristiche fotometriche.

Si suggerisce inoltre la definizione, da parte della Pubblica Amministrazione, di un quadro legale per gli interventi futuri (ad esempio, delibera comunale di servitù pubblica per l'installazione di apparecchi su facciata, definizione e scala valori degli impatti visivi notturni, ecc.) nonché la definizione della temporalità delle illuminazioni (permanente, di veglia, stagionale, per evento, per monumenti storici, ecc.).

Se tra gli obiettivi del Piano della Luce è posto in primo piano il concetto di "sviluppo organico" del territorio per criteri omogenei di scelta delle tipologie di illuminazione (corpi illuminanti e relative sorgenti luminose), il rilievo del colore della luce e dunque dei diversi scenari notturni di Arco rappresenta un'ulteriore opportunità di valutazione del sito.

Obiettivo dei nuovi interventi di progettazione sarà quello di fornire un orientamento guida anche nella scelta del colore della luce dei tratti viari che caratterizzano il territorio comunale, affinché tutti gli eventuali interventi successivi propri della stratificazione urbana possano essere incanalati secondo principi univoci, capaci di fornire collegamenti omogenei, identificativi propri e riconoscibili sul territorio stesso.

In tal senso la pianificazione proposta, oltre ad eliminare le possibili incongruenze di alcune scelte che si possono operare nel tempo, adotta il colore della luce come utile strumento di delimitazione e campitura del territorio comunale.

#### **Apparecchi di illuminazione e sostegni**

I criteri di scelta delle tipologie di illuminazione, tengono conto di tutte le considerazioni preliminari riportate.

In particolare l'altezza dei pali e la quota di installazione delle mensole a muro dovrà sempre essere calcolata sia in base alle interdistanze necessarie per ottenere i valori richiesti di luminanza ed illuminamento, sia considerando di non superare l'altezza degli edifici circostanti.

Si dovrà inoltre cercare di evitare installazioni di fronte ad esercizi commerciali o facciate di pregio, così come, per ragioni di sicurezza, di installare pali troppo vicino ad abitazioni al fine di evitare che i medesimi possano trasformarsi in una facile via di accesso alle case da parte di malintenzionati.

L'impiego di limitate tipologie di sostegni è certamente una scelta più armonica ed omogenea: rilevante può essere l'impatto diurno esercitato dai sostegni dei corpi illuminanti, che in alcuni casi diviene vero e proprio legante connettivo del tessuto urbano.

I requisiti tecnici necessari al fine di ottenere gli obiettivi previsti, determinano la scelta di apparecchi aventi un ottimo controllo del flusso luminoso emesso, equipaggiati con le sorgenti luminose giudicate più idonee e caratterizzati da un grado di protezione elevato contro l'infiltrazione di polveri e liquidi.

### Sorgenti luminose

Per quanto concerne le sorgenti luminose, la Legge provinciale N.16/2007, prevede l'impiego di lampade dotate della “più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia” e di apparecchi di illuminazione con “alta efficienza e minore potenza installata”.

Per ogni ambito di utilizzo il Piano di Illuminazione fornisce le caratteristiche minime che devono possedere le sorgenti luminose da installare (Indice di Resa cromatica, Temperatura di colore, Efficienza luminosa). La scelta di utilizzazione di differenti sorgenti con stesse caratteristiche minime garantite per ambiti uguali è dettata dalla necessità del Piano di potersi interfacciare con apparecchi di illuminazione esistenti e costi differenti di acquisto e di gestione.

Ambito di utilizzo	Caratteristiche minime delle sorgenti luminose adottate
Illuminazione stradale	$Ra \geq 25$ $2000K < T < 5000K$ $\epsilon \geq 90 \text{ lm/W}$
Illuminazione stradale centri storici	$Ra \geq 25$ $2000K < T < 3000K$ $\epsilon \geq 90 \text{ lm/W}$
Illuminazione aree verdi attrezzate, giardini pubblici e monumenti	$Ra \geq 80$ $3000K < T < 4000K$ $\epsilon \geq 80 \text{ lm/W}$
Illuminazione impianti sportivi	$Ra \geq 65$ $4000K < T < 4500K$ $\epsilon \geq 80 \text{ lm/W}$
Illuminazione dedicata attraversamenti pedonali	$Ra \geq 90$ $4000K < T < 5000K$ $\epsilon \geq 80 \text{ lm/W}$

Le sorgenti luminose che sarà possibile impiegare, suggerite nella stesura della pianificazione, tenendo in considerazione il colore dei materiali prevalenti, riflessioni e aspetti estetico/funzionali dell'impianto cittadino, nonché la normativa esistente, sono le seguenti:

- Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione, con tubo di scarica in alluminio policristallino racchiuso all'interno di un bulbo di vetro, adatte per l'illuminazione di aree urbane e pubbliche. Bulbo tubolare esterno in vetro trasparente, posizione di funzionamento universale.  
Temperatura colore  $T = 2000 \text{ K}$   
Resa Cromatica  $Ra \geq 25$   
Efficienza luminosa  $\epsilon = 100-130 \text{ lm/W}$
- Lampade a ioduri metallici con efficienza luminosa migliorata.  
Temperatura colore  $T = 2800/3000 \text{ K}$   
Resa Cromatica  $Ra \geq 65$   
Efficienza luminosa  $\epsilon = 85-130 \text{ lm/W}$
- Lampade ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico, dalla durata di oltre 7.000 ore: il loro impiego è noto per l'illuminazione decorativa dei manufatti.  
Temperatura colore  $T = 3000 \text{ K}$   
Resa Cromatica  $Ra \geq 83$   
Efficienza luminosa  $\epsilon = 80-100 \text{ lm/W}$
- Lampade ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico.  
Temperatura colore  $T = 4200 \text{ K}$   
Resa Cromatica  $Ra \geq 92$   
Efficienza luminosa  $\epsilon = 88-95 \text{ lm/W}$

- Lampade a ioduri metallici per l'illuminazione temporanea e funzionale dei campi sportivi, in considerazione delle elevate potenze di sorgenti generalmente impiegate per i proiettori dedicati a tale scopo.

Temperatura colore  $T = 4000/4500$  K

Resa Cromatica  $Ra \geq 65$

Efficienza luminosa  $\varepsilon = 80-85$  lm/W

- Sistemi a diodi ad emissione luminosa (LED bianchi) a lunga durata (60.000 ore), bassa emissione di radiazioni infrarosse, assenza di emissione di radiazioni ultraviolette, miniaturizzazione ed elevato controllo del flusso attraverso specifici sistemi ottici, costi di manutenzione ridotti grazie all'elevata efficienza dei sistemi.

Temperatura colore  $T = 2700-6500$  K

Resa Cromatica  $65 \leq Ra \leq 85$

Efficienza luminosa  $\varepsilon = 80-110$  lm/W

La scelta di questo tipo di sorgenti luminose si fonda su precise motivazioni:

- Le caratteristiche cromatiche delle lampade si adattano particolarmente alle superfici cui sono destinate (la Temperatura prossimale di colore è infatti compatibile con la curva di riflessione delle superfici di interesse).
- La Temperatura correlata di colore dovrà essere scelta in relazione ai materiali di costruzione ed al tipo di fruizione delle aree urbane. Le sorgenti impiegate dovranno risultare facilmente focalizzabili ed avere una buona stabilità di colore.
- L'efficienza luminosa elevata consentirà di limitare la potenza elettrica installata ed assorbita, contenendo quindi i costi di esercizio dell'impianto.
- Le sorgenti menzionate hanno tutte una vita media elevata.

In particolare per quanto concerne le lampade a ioduri metallici con efficienza luminosa migliorata si tratta di sorgenti luminose a luce bianca con bruciatore ceramico ad alta efficienza luminosa, superiori alle sorgenti al sodio ad alta pressione di pari potenza nominale in termini di efficienza luminosa e resa cromatica ( $Ra \geq 59$  contro  $Ra \geq 25$ ).

Per diversi anni le lampade al sodio ad alta pressione hanno rappresentato la scelta preferenziale per l'illuminazione urbana in quanto in grado di produrre elevati livelli di illuminazione con un consumo energetico costante, assicurando affidabilità e durata.

Tuttavia la luce giallo/arancione prodotta dalle sorgenti al sodio non offre una resa cromatica adeguata. Alle migliori caratteristiche prestazionali fornite rispetto alle lampade al sodio, le sorgenti a ioduri metallici a luce bianca con bruciatore ceramico ad alta efficienza luminosa determinano ambienti più brillanti e naturali e consentono la realizzazione di zone più vivibili, conferendo alle aree oggetto di intervento un aspetto più gradevole e sicuro.

L'aumento della luminosità determina anche una sensazione di maggiore sicurezza. Il miglioramento delle condizioni di visibilità rende le aree interessate più sicure per i fruitori del territorio comunale. Tale sorgente luminosa ha inoltre, per talune potenze, un livello di efficienza energetica superiore rispetto alle lampade al sodio ad alta pressione. Inoltre, secondo i risultati delle ricerche più recenti, a parità di intensità luminosa applicata, le fonti di luce bianca hanno una maggiore efficienza visiva rispetto alle fonti di luce gialla. In altri termini, è possibile ridurre l'illuminamento utilizzando alternative a minor potenza, abbassando i consumi energetici senza variare in alcun modo l'effetto luminoso percepito.

Queste sorgenti rappresentano in definitiva una soluzione eco-compatibile che consente di considerare una distanza maggiore tra i sostegni nei casi di realizzazione di nuovi impianti e di installare lampade a potenza ridotta. In tal modo si limitano notevolmente i costi di esercizio, si riducono le emissioni di CO<sub>2</sub> e si ottiene una migliore qualità di illuminazione.

Il vantaggio più evidente della "luce bianca" è l'aumento del livello di illuminazione percepita.

Poiché, anche a livelli più bassi, la luce bianca è percepita come più luminosa rispetto alla luce gialla, è possibile effettivamente ridurre l'emissione luminosa, senza che la percezione degli utenti ne sia modificata, garantendo in tal modo notevoli risparmi.

Relativamente all'impiego suggerito di apparecchi con tecnologia LED, si tratta di una tipologia di sorgente le cui possibilità di impiego nell'illuminazione stradale sono recenti, la tecnologia è infatti in costante sviluppo; se sotto il profilo energetico non è possibile rilevare un notevole incremento dell'efficienza energetica rispetto alle sorgenti al sodio ad alta pressione, i LED rappresentano oggi l'unica soluzione in grado di unire a una durata nominale superiore a qualunque altra sorgente luminosa, un'alta Resa Cromatica e la possibilità di regolare integralmente e istantaneamente il flusso luminoso emesso da 0 a 100%. Le applicazioni sono innumerevoli nell'illuminazione architettonica e decorativa, e sono legate alla possibilità di modulare con varianti pressoché infinite colore e quantità della luce emessa; nell'illuminazione stradale la crescente affidabilità degli apparecchi a LED disponibili promette una riduzione in impegno e oneri manutentivi di grande rilievo anche rispetto al sodio ad alta pressione.

LED è l'acronimo di Light-Emitting Diode (diodo ad emissione di luce). Per produrre energia visibile le lampade a LED sfruttano le proprietà ottiche di alcuni materiali semiconduttori (in genere silicio) che, una volta eccitati da una tensione diretta, emettono una luce visibile in un determinato colore.

Negli ultimi anni il miglioramento dei dispositivi e lo sviluppo di LED sempre più efficienti hanno aperto a queste sorgenti nuove possibilità di impiego, tra le quali quella in ambito illuminotecnico è senz'altro la più interessante.

Questi i principali aspetti che rendono particolarmente interessanti le lampade a LED rispetto alle altre tipologie di sorgenti luminose:

- lunga durata: superiore di molti ordini di grandezza a quella delle classiche sorgenti luminose, è attestata in media oltre le 50.000 ore in condizioni di corretta alimentazione;
- bassa emissione di radiazioni infrarosse;
- assenza di emissione di radiazioni ultraviolette;
- miniaturizzazione degli apparecchi luminosi ed elevato controllo del flusso attraverso specifici sistemi ottici;
- costi di manutenzione ridotti grazie all'elevata efficienza dei sistemi;
- flessibilità d'uso: rappresentano la migliore soluzione per applicazioni in cui la manutenzione degli apparecchi risulta difficile o in cui le lampade si trovano ad operare in condizioni difficili per temperatura e/o umidità;
- Temperatura di Colore  $T = 3000-7500$  K;
- Indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 70$ .

Sotto il profilo dell'efficienza luminosa ed energetica, qualunque valutazione è destinata a invecchiare e invalidarsi nell'arco di mesi: se fino ad oggi l'efficienza luminosa dei LED non è stata comparabile a quella di sorgenti meno recenti, le più recenti evoluzioni lasciano supporre la comparsa sul mercato di apparati LED competitivi rispetto a lampade a vapori di sodio ad alta pressione.

Il vantaggio oggettivo osservabile è legato alle prestazioni gestionali: durate al di sopra di 50000 ore o più garantiscono enormi vantaggi sotto il profilo manutentivo, rendendo virtualmente superflue continue e onerose operazioni di relamping (sostituzioni di sorgenti esauste), senza considerare la grande efficienza energetica nella regolazione dei LED, per cui l'assorbimento energetico mantiene una stretta proporzionalità al flusso emesso, rispetto alle lampade a scarica.

I notevoli risparmi di natura gestionale emergono chiaramente in ambienti di utilizzo difficilmente mantenibili, in cui la sostituzione delle sorgenti costituisce un'attività estremamente onerosa, ad alto rischio per gli operatori e ad altissimo impatto in termini di disagi per gli utenti. Il notevole risparmio ottenibile potrà così convertirsi in risorse da reimpiegare in ulteriori adeguamenti tecnologici a miglioramento del servizio, o, semplicemente, in notevoli risparmi economici per il gestore e l'Amministrazione Comunale.

Dal punto di vista dell'illuminazione stradale, i vantaggi della tecnologia LED sono ormai molto noti:

- alta sostenibilità ambientale, in quanto nella produzione del LED non vengono utilizzati metalli pesanti;
- gestionali, in quanto il controllo totale del flusso luminoso e la lunghissima durata garantiscono un sistema molto efficiente, senza sprechi;
- ergonomici, poiché il flusso può essere direzionalmente esclusivamente dove serve, senza dispersioni di luce e di energia, con il vantaggio che l'eventuale inefficienza di un componente non comporta lo spegnimento dell'impianto.

Nel confronto tra le principali caratteristiche delle sorgenti prevalentemente utilizzate è possibile vedere dove si collochi il vantaggio competitivo del LED.

	LED	SODIO AD ALTA PRESSIONE	LAMPADE AD ALOGENURI METALLICI CON BRUCIATORE CERAMICO	LAMPADE A IODURI METALLICI CON EFFICIENZA LUMINOSA MIGLIORATA
<i>Temperatura di colore K</i>	2700-6500	2000	3000	2800-3000
<i>Indice di Resa Cromatica</i>	65≤Ra≤85	Ra ≥ 25	Ra ≥ 92	Ra ≥ 65
<i>Efficienza luminosa Lm/W</i>	80 - 110	100-130	80-100	85-130
<i>Durata ore</i>	50.000	16.000-32.000	9.000-16.000	18.000-30.000
<i>Regolazione</i>	sì	parziale	no	parziale (solo con sistemi specifici)
<i>Accensione</i>	immediata	4/5 min. regime	4 min. regime	4 min. regime

La scelta di apparati LED opportunamente studiati per l'illuminazione stradale diviene di fondamentale importanza per gestire gli aspetti critici del loro impiego, legati al flusso luminoso emesso, all'efficienza luminosa, al rendimento e alla durata degli apparati di alimentazione, al tasso di guasto dei diodi, all'omogeneità nelle caratteristiche cromatiche dei LED di diversi lotti produttivi, alle modalità di manutenzione in caso di guasto.

Consolidati sono invece i campi di applicazione della tecnologia LED, impiegata su:

- illuminazione decorativa – di arredo urbano;
- illuminazione architettonica d'accento di monumenti ed edifici.

In relazione ai diversi compiti illuminotecnici si potrà dunque fruire dei grandi vantaggi offerti dai LED, quali:

- cicli di accensione – spegnimento virtualmente illimitati;
- lunghissima durata;
- accensione, spegnimento e riaccensione istantanei;
- possibilità di regolazione istantanea da 0 a 100%.

## 5.2 Pianificazione delle modalità e dei tempi di adeguamento degli impianti non rispondenti ai requisiti della legge provinciale n.16/07, ubicati nelle Zone di Protezione

Il territorio del Comune di Malè non ricade nella fascia di rispetto di osservatori astronomici.

## 5.3 Pianificazione delle modalità e dei tempi di sostituzione degli impianti esistenti sul territorio comunale (ad esclusione delle Zone di Protezione), in base allo stato di usura degli impianti

Aree Omogenee-Tipologici del Comune di Malè:

	<b>Tipologici</b>	<b>Descrizione</b>	<b>η (eta)</b>	<b>Kill</b>	<b>NOTE</b>
1	A01-00	A01-VIA FRATELLI CIOLLI (b)	<b>28,90</b>	2,58	Non conforme L.P. 16/2007
2	A01-01	A01-VIA FRATELLI CIOLLI (b)	<b>24,08</b>	2,15	Non conforme L.P. 16/2007
3	A01-02	A01-VIA MERANO	<b>20,70</b>	0,90	Non conforme L.P. 16/2007
4	A01-03	A01-VIA PORTACCIA (DA P.ZA CEI A P.ZA COSTANZI)	<b>19,20</b>	2,70	Non conforme L.P. 16/2007
5	A01-04	A01-VIA DON RAUZI	<b>20,74</b>	<b>4,30</b>	Non conforme L.P. 16/2007
6	A01-05	A01-VIA TORINO (a)	<b>36,70</b>	3,00	Non conforme L.P. 16/2007
7	A02-00	A02-VIA MOLINI (TRA VIA IV NOVEMBRE E PIAZZA CEI)	12,20	3,00	Conforme L.P. 16/2007
8	A04-00	A04-VIA BRESADOLA	<b>33,00</b>	1,60	Non conforme L.P. 16/2007
9	A06-00	A06-PARCHEGGIO VIA TORINO			Non conforme L.P. 16/2007
10	A07-00	A07-VIA TORINO (c)	<b>45,80</b>	<b>7,00</b>	Non conforme L.P. 16/2007
11	A08-00	A08-VIA TORINO (b)	<b>40,80</b>	1,80	Non conforme L.P. 16/2007
12	A08-01	A08-VIA TORINO (d)	<b>41,90</b>	3,00	Non conforme L.P. 16/2007
13	B01-00	B01-VIA DEGLI ALPINI	<b>145,20</b>	<b>5,00</b>	Non conforme L.P. 16/2007
14	B02-00	B02-VIA VERONA	<b>109,50</b>	2,70	Non conforme L.P. 16/2007
15	B03-00	B03-VIA SILVESTRI UGO	<b>107,50</b>	<b>5,30</b>	Non conforme L.P. 16/2007
16	B05-00	B05-VIA TORINO	<b>145,60</b>	1,80	Non conforme L.P. 16/2007
17	B18-00	B18-VIA ALLA CROCE PEDONALE	<b>27,90</b>	<b>4,36</b>	Non conforme L.P. 16/2007
18	B19-00	B19-VIA MERANO	<b>19,20</b>	2,90	Non conforme L.P. 16/2007
19	B19-01	B19-VIA ALLA CROCE	<b>24,30</b>	<b>3,60</b>	Non conforme L.P. 16/2007
20	B19-02	B19-VIALETTO PARCO GIOCHI VIA ALLA CROCE	<b>72,50</b>	<b>22,00</b>	Non conforme L.P. 16/2007
21	B20-00	B20-VIA IV NOVEMBRE	<b>36,60</b>	<b>6,29</b>	Non conforme L.P. 16/2007
22	B21-00	B21-VIA IV NOVEMBRE	<b>21,90</b>	3,00	Non conforme L.P. 16/2007
23	B21-01	B21-VIA TRENTO	<b>26,80</b>	<b>3,80</b>	Non conforme L.P. 16/2007
24	B22-00	B22-VIA TRENTO	<b>20,60</b>	<b>3,40</b>	Non conforme L.P. 16/2007
25	B22-01	B22-VIA BRESCIA	<b>35,30</b>	<b>3,90</b>	Non conforme L.P. 16/2007
26	B22-02	B22-VIA DAMIANO CHIESA	<b>25,80</b>	1,60	Non conforme L.P. 16/2007
27	B22-03	B22-PIAZZA DANTE	<b>21,01</b>	1,30	Non conforme L.P. 16/2007
28	B22-04	B22-VIA 1 LOCALITA' PONDASIO	<b>32,60</b>	<b>14,00</b>	Non conforme L.P. 16/2007
29	B25-00	B25-PIAZZA DANTE	<b>17,9</b>	<b>4,5</b>	Non conforme L.P. 16/2007
30	B26-00	B26-VIA 1 LOCALITA' PONDASIO	<b>51,30</b>	<b>10,68</b>	Non conforme L.P. 16/2007
31	B31-00	B31-VIA 2 PARTE BASSA ARNAGO	<b>39,0</b>	<b>19,5</b>	Non conforme L.P. 16/2007

	<b>Tipologici</b>	<b>Descrizione</b>	<b>η (eta)</b>	<b>Kill</b>	<b>NOTE</b>
32	B35-00	B35-STRADA COLLEGAMENTO ARNAGO MAGRAS	<b>98,90</b>	<b>3,50</b>	Non conforme L.P. 16/2007
33	B38-00	B38-VIA PER PARCO RAGAZZINI ( c )	<b>43,70</b>	<b>6,20</b>	Non conforme L.P. 16/2007
34	C01-00	C01-VIA ALCIDE DEGASPERI (c)			Non conforme L.P. 16/2007
35	C02-00	C02-VIA ALCIDE DEGASPERI (b)	<b>81,70</b>	<b>14,20</b>	Non conforme L.P. 16/2007
36	C02-01	C02-VIA MONTE GRAPPA (LATERALE VIA TADDEI)	<b>82,20</b>	<b>14,38</b>	Non conforme L.P. 16/2007
37	C03-00	C03-VIA PER TRENTO	<b>47,10</b>	3,10	Non conforme L.P. 16/2007
38	C04-00	C04-VIA MOLINI PER ZONA ARTIGIANALE	<b>72,60</b>	<b>6,80</b>	Non conforme L.P. 16/2007
39	C05-00	C05-SVINCOLO VIA TORINO E Z.I. VIA PER LOC. MOLINI	<b>25,80</b>	2,60	Non conforme L.P. 16/2007
40	C05-01	C05-USCITA SS42 (NORD MALE')	<b>35,80</b>	<b>7,40</b>	Non conforme L.P. 16/2007
41	C07-00	C07-LOC. MOLINI	<b>66,20</b>	<b>5,29</b>	Non conforme L.P. 16/2007
42	C09-00	C09-VIA 1 MAGRAS	<b>56,30</b>	<b>9,80</b>	Non conforme L.P. 16/2007
43	C14-00	C14-VIA ALCIDE DEGASPERI (c)	<b>41,20</b>	<b>3,60</b>	Non conforme L.P. 16/2007
44	C14-01	C14- USCITA SS42 E INGRESSO SS42 (SUD MALE')	<b>30,60</b>	<b>3,60</b>	Non conforme L.P. 16/2007
45	C19-00	C19-SP86 FRAZIONE MAGRAS	11,50	1,62	Conforme L.P. 16/2007
46	C22-00	C22-Z.I. PER LOC. MOLINI	<b>46,10</b>	<b>8,00</b>	Non conforme L.P. 16/2007
47	C22-01	C22-Z.I. LOCALITA' MOLINI	<b>52,60</b>	<b>9,20</b>	Non conforme L.P. 16/2007

**-Identificazione delle aree omogenee non sufficientemente illuminate.**

Obiettivo di tale paragrafo è l'identificazione degli impianti e delle aree omogenee non sufficientemente illuminate, anche con riferimento alla normativa in materia di sicurezza eventualmente applicabile. Conseguentemente alla classificazione delle strade presenti nel Comune è stata determinata la classe illuminotecnica che prevede dei valori minimi di luminanza o illuminamento .

Le composizioni (tipologici conseguenti) che sono carenti nella sicurezza hanno parametri illuminotecnici inferiori ai valori di riferimento e rappresentano una elevata priorità di intervento. La sintesi di tali risultati è riportato nell'allegato 3 : “Elaborati di Sintesi”.

**-Identificazione degli impianti e delle aree omogenee che presentano valori fortemente inquinanti, abbagliamento molesto, illuminazione intrusiva, disuniformità, sovrabbondanza di illuminazione.**

Si sono identificate le zone nella quale è prevalente la luminanza dell'apparecchio di illuminazione rispetto al compito visivo, in queste zone sono installati apparecchi di classe E, vietati nel regolamento di attuazione alla L.P. n. 16/07. La reale situazione è riportata nei tipologici.

Le composizioni (tipologici conseguenti) inquinanti sono identificate con sigle STE, GLE, TCE, e rappresentano una priorità 1 di intervento. La sintesi di tali risultati è riportato nell'allegato 3 : “Elaborati di sintesi”

In questa sezione si fornisce una sintetica valutazione ed un riepilogo dei fenomeni di insufficienza di illuminazione e di sovrabbondanza di illuminazione facendo riferimento alle aree omogenee individuate e ai relativi valori dei parametri illuminotecnici (illuminamento e/o luminanza) misurati strumentalmente o calcolati.

I valori dei parametri illuminotecnici relativi alle aree omogenee, sono riportati specificatamente negli allegati A (soluzione conforme) e B (soluzione calcolata) che costituiscono l'**Allegato 4** elaborato 1.1.4 “Modelli A e B” del PRIC.

Riportiamo di seguito il riepilogo relativo ai modelli A / B (contenuto nell'Allegato 2) :

Tipologici	Descrizione	$\eta$ (eta)	Kill	$L_m^2$ (cd/m <sup>2</sup> )	$E_m$ (Lux)	$E_{min}$ (Lux)	$U_o$ $E_{min}/E_m$	TI %
A01-00	A01-VIA FRATELLI CIOLLI (b)	28,90	2,58		5,52		0,21	
A01-01	A01-VIA FRATELLI CIOLLI (b)	24,08	2,15		26,93		0,68	
A01-02	A01-VIA MERANO	20,70	0,90		9,68		0,07	
A01-03	A01-VIA PORTACCIA (DA P.ZA CEI A P.ZA COSTANZI)	19,20	2,70		15,69		0,29	
A01-04	A01-VIA DON RAUZI	20,74	4,30	0,82	15,00		0,38	14
A01-05	A01-VIA TORINO (a)	36,70	3,00	0,84	15,00		0,39	13
A02-00	A02-VIA MOLINI (TRA VIA IV NOVEMBRE E PIAZZA CEI)	12,20	3,00		9,76		0,23	
A04-00	A04-VIA BRESADOLA	33,00	1,60		29,15		0,57	
A06-00	A06-PARCHEGGIO VIA TORINO	39,6	4,7		2,6	1,6		
A07-00	A07-VIA TORINO (c)	45,80	7,00	0,72	12,00		0,64	8
A08-00	A08-VIA TORINO (b)	40,80	1,80		17,13	1,81		
A08-01	A08-VIA TORINO (d)	41,90	3,00		20,57	4,25		
B01-00	B01-VIA DEGLI ALPINI	145,20	5,00	0,21	2,46		0,62	6
B02-00	B02-VIA VERONA	109,50	2,70	0,37	5,19		0,45	12
B03-00	B03-VIA SILVESTRI UGO	107,50	5,30	0,29	3,61		0,52	8
B05-00	B05-VIA TORINO	145,60	1,80	0,65	7,63		0,68	8
B18-00	B18-VIA ALLA CROCE PEDONALE	27,90	4,36		8,96	1,10		
B19-00	B19-VIA MERANO	19,20	2,90	0,43	8,69		0,27	17
B19-01	B19-VIA ALLA CROCE	24,30	3,60	0,54	10,00		0,37	11
B19-02	B19-VIALETTO PARCO GIOCHI VIA ALLA CROCE	72,50	22,00		15,17	2,57		
B20-00	B20-VIA IV NOVEMBRE	36,60	6,29	0,75	14,00		0,61	9
B21-00	B21-VIA IV NOVEMBRE	21,90	3,00	0,39	7,35		0,37	8
B21-01	B21-VIA TRENTO	26,80	3,80	0,58	10,00		0,72	7
B22-00	B22-VIA TRENTO	20,60	3,40	0,74	13,00		0,38	12
B22-01	B22-VIA BRESCIA	35,30	3,90	1,79	29,00		0,71	9
B22-02	B22-VIA DAMIANO CHIESA	25,80	1,60		24,21		0,65	
B22-03	B22-PIAZZA DANTE	21,10	1,3		24,3	13,6		
B22-04	B22-VIA 1 LOCALITA' PONDASIO	32,60	14,00		24,60		0,68	
B25-00	B25-PIAZZA DANTE	17,9	4,5		57,0		0,80	
B26-00	B26-VIA 1 LOCALITA' PONDASIO	51,30	10,68		6,50		0,19	
B31-00	B31-VIA 2 PARTE BASSA ARNAGO	39,0	19,5		13,7		0,12	
B35-00	B35-STRADA COLLEGAMENTO ARNAGO MAGRAS	98,90	3,50	0,27	3,37		0,56	8
B38-00	B38-VIA PER PARCO RAGAZZINI (c)	43,70	6,20	0,77	14,00		0,13	23
C01-00	C01-VIA ALCIDE DEGASPERI (c)							
C02-00	C02-VIA ALCIDE DEGASPERI (b)	81,70	14,20	0,34	5,53		0,31	14
C02-01	C02-VIA MONTE GRAPPA (LATERALE VIA TADDEI)	82,20	14,38		7,24		0,30	
C03-00	C03-VIA PER TRENTO	47,10	3,10	0,31	4,95		0,35	12
C04-00	C04-VIA MOLINI PER ZONA ARTIGIANALE	72,60	6,80	0,39	5,74		0,45	12

Tipologici	Descrizione	$\eta$ (eta)	Kill	$L_{m_2}$ (cd/m <sup>2</sup> )	$E_m$ (Lux)	$E_{min}$ (Lux)	$U_o$ $E_{min}/E_m$	TI %
C05-00	C05-SVINCOLO VIA TORINO E Z.I. VIA PER LOC. MOLINI	25,80	2,60	0,33	4,31		0,44	11
C05-01	C05-USCITA SS42 (NORD MALE')	35,80	7,40	0,83	4,35		0,47	5
C07-00	C07-LOC. MOLINI	66,20	5,29	0,43	6,29		0,41	11
C09-00	C09-VIA 1 MAGRAS	56,30	9,80		4,13		0,11	
C14-00	C14-VIA ALCIDE DEGASPERI (c)	41,20	3,60	0,34	4,68		0,42	13
C14-01	C14- USCITA SS42 E INGRESSO SS42 (SUD MALE')	30,60	3,60	0,42	5,39		0,56	10
C19-00	C19-SP86 FRAZIONE MAGRAS	11,50	1,62	1,17	17,00		0,29	23
C22-00	C22-Z.I. PER LOC. MOLINI	46,10	8,00	0,22	3,44		0,22	12
C22-01	C22-Z.I. LOCALITA' MOLINI	52,60	9,20	0,34	5,28		0,47	10

I valori dei parametri illuminotecnici relativi alle aree omogenee, sono riportati specificatamente negli allegati A (soluzione conforme) e B (soluzione calcolata) che costituiscono l'**Allegato 2** "Modelli A e B".

Sui livelli di illuminamento segnaliamo casi in cui abbiamo un livello di illuminamento basso o troppo basso riconducibile principalmente all'utilizzo di una tipologia di apparecchi e/o di sorgente luminosa, che si rileva non particolarmente efficiente in particolare nei casi in cui sono installate sorgenti ai vapori di mercurio e apparecchi tipo globo.

Come si è sinteticamente sopra evidenziato il problema è quello di pianificare un intervento per porre rimedio a situazioni di scarso illuminamento e disuniformità rilevata nelle strade, ecc., e quindi del livello di corrispondenza alle norme oltre che all'inquinamento luminoso e ad una distribuzione dei corpi illuminanti che si integrino nel territorio comunale cercando di produrre il minor impatto ambientale possibile.

Le differenti tipologie di intervento relative agli impianti di illuminazione pubblica vengono definite in relazione alla destinazione funzionale degli stessi e alla tipologia di area omogenea cui sono destinati, relativamente a ciò che concerne gli apparecchi di illuminazione, i sostegni e le sorgenti luminose, nonché le loro applicazioni specifiche.

In particolare, per quanto riguarda gli **impianti stradali**, la pianificazione dell'illuminazione pubblica deve porsi l'obiettivo della sicurezza del traffico pedonale e veicolare, senza tuttavia trascurare le esigenze dell'ambiente in cui si inserisce.

Ove tali strade siano già interessate da impianti di illuminazione pubblica, il Piano di Illuminazione prevede la sostituzione degli esistenti non conformi alla legge provinciale N. 16/2007 con apparecchi di illuminazione totalmente schermati, dotati di vetro di sicurezza, riflettore con distribuzione del flusso asimmetrica (ottica stradale), marcatura IMQ e certificazione L.P. n.16/07, fissati su palo (o mensola) ed equipaggiati con sorgenti aventi come caratteristiche minime una Temperatura di colore compresa tra 2000K e 5000K, indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 25$ , e efficienza luminosa pari almeno a 90lm/W. In particolare le sorgenti luminose che si consiglia di adottare in questi casi sono LED con Temperatura di colore da 4000K a 4500K (luce bianca neutra).

La scelta della sorgente è dettata principalmente da esigenze di sicurezza del traffico veicolare e pedonale: visibilità e comfort visivo saranno assicurati dal contrasto di luminanza medio delle carreggiate, e da una uniformità di luminanza in grado di garantire che la percezione della strada venga fornita in modo chiaro e senza incertezze, soprattutto in prossimità di curve pericolose e tornanti.

Il fattore di visibilità, garantito dall'uniformità generale di luminanza (data dal rapporto luminanza minima/luminanza media), dovrà essere coerente con il valore raccomandato dalla Norma UNI EN 13201-2.

Nelle strade che attraversano i **centri storici** si suggerisce l'utilizzo di sorgenti a LED con Temperatura colore  $T = 3000K$  (luce bianca calda) e indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 70$ , caratterizzate da lunga durata, miniaturizzazione ed elevato controllo del flusso attraverso specifici sistemi ottici e costi di manutenzione ridotti grazie all'elevata efficienza dei sistemi.

Per i **parcheggi**, il Piano di Illuminazione suggerisce l'installazione di armature o di proiettori per l'illuminazione di grandi aree con ottica totalmente schermata, dotati dello stesso tipo di sorgente utilizzata

per le strade attigue (LED con fotometrie completamente variabili in dipendenza del contesto d'uso, lampade a ioduri metallici con efficienza luminosa migliorata).

L'illuminazione di **aree verdi, giardini, parchi pubblici, attrezzature sportive e spazi di relazione**, pur mantenendo per ogni differente situazione caratteristiche analoghe di decoro ed arredo urbano, si modellerà in stretta relazione con le dimensioni delle stesse.

Alberi e cespugli possono essere illuminati dal basso verso l'alto solo nel caso in cui la chioma sia sufficientemente folta da evitare qualsiasi dispersione del flusso luminoso verso il cielo, prevedendone i tempi di accensione programmata.

Il colore predominante verde delle aree oggetto di intervento risulta particolarmente apprezzabile se illuminato con sorgenti fredde.

Il Piano di Illuminazione suggerisce pertanto di utilizzare apparecchi d'arredo urbano installati su palo di altezza media ( $4m < h < 6m$ ) con ottica totalmente schermata, equipaggiati con sorgenti con Resa cromatica  $Ra \geq 80$ , temperatura prossimale di colore compresa tra 3000 e 4000K ed efficienza luminosa maggiore di 80lm/W. Si suggerisce quindi in questi casi l'utilizzo di sorgenti a led con temperatura colore da  $T = 3000K$  (luce bianca calda) a  $T=4000K$ , indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 70$  e fotometrie completamente variabili (asimmetriche, rotosimmetriche,...) o di lampade ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico ( $Ra \geq 83$ ,  $T=3000K$ ).

Per quanto riguarda **l'illuminazione architettonica ed artistica di evidenze di varia natura** (monumenti, luoghi significativi per ruolo sociale, artistico, culturale, religioso, ecc), relativamente ai livelli di illuminamento e luminanza, è necessaria una sensibilità sia artistica sia impiantistica; il risultato dell'effetto luminoso dipende infatti sia dalle caratteristiche del manufatto da illuminare, sia dalla sua posizione e dal tipo di illuminazione della zona in cui l'oggetto di valorizzazione artistica è sito.

Le sorgenti utilizzate per l'illuminazione architettonica ed artistica dovranno avere come caratteristiche minime una Temperatura di colore compresa tra 3000K e 4000K, indice di Resa cromatica  $Ra \geq 80$ , e efficienza luminosa pari almeno a 80lm/W.

La sorgente ottimale suggerita è quella ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico, caratterizzata da un'ottima Resa cromatica  $Ra \geq 83$  e da una Temperatura di colore pari a 3000K e pertanto in grado di restituire pressoché fedelmente i colori visibili durante il giorno dei materiali lapidei e delle strutture murarie che costituiscono i manufatti.

Per l'illuminazione architettonica si suggerisce anche l'utilizzo di sorgenti a LED (Temperatura colore  $T=3000-4000 K$ ; Resa Cromatica  $Ra \geq 80$ ), caratterizzate da lunga durata, miniaturizzazione ed elevato controllo del flusso attraverso specifici sistemi ottici e costi di manutenzione ridotti grazie all'elevata efficienza dei sistemi.

**l'Allegato 3 sono contenuti gli elaborati di sintesi che riassumono per ogni zona ed area illuminotecnica omogenea (tipologici) gli indici caratteristici ed il piano di intervento in importi:**

**Gli elaborati di sintesi contenuti nell'allegato sopra indicato sono:**

ELABORATI DI SINTESI:

- PROGETTO
- PIANO INTERVENTO  
-RISPARMIO DI ENERGIA
- INDICE DI PRIORITA'

## **LA CLASSIFICAZIONE DEGLI INTERVENTI**

Il piano di qualificazione degli impianti di illuminazione pubblica del Comune di Malè individua quattro livelli di priorità degli interventi, più un livello attribuito alle situazioni conformi alla L.P. n. 16/07 che non richiedono azioni correttive.

### **Priorità 0 – Nessun intervento previsto**

I corpi analizzati sono conformi alla L.P. n. 16/07 e non richiedono nessun intervento (priorità 0). Fanno parte di questo livello :

- gli apparecchi di classe A correttamente installati, con vetro piano orizzontale e flussi luminosi dall'alto verso il basso generati da lampade ad alta efficienza (sodio alta pressione, ioduri metalli e LED).
- gli apparecchi di classe A o B conformi all'analisi illuminotecnica.

### **Priorità 1 – Alta priorità di intervento apparecchi in classe E**

Sostituzione degli apparecchi tipo a globo che nella quasi totalità dei casi sono anche equipaggiati con lampade ai vapori di mercurio. Si propone la sostituzione degli apparecchi di illuminazione, con nuovi corpi tecnici a LED, e la sostituzione dei sostegni .

### **Priorità 2 – Alta priorità di intervento**

Gli interventi riguardano la sostituzione di tutte le armature stradali e corpi tecnici equipaggiati con lampade ai vapori di mercurio. Si propone dove è possibile la sostituzione della sola sorgente mantenendo il corpo dell'apparecchio di illuminazione mentre nel caso l'apparecchio non sia in condizioni accettabili o abbia una chiusura bombata o prismatica si suggerisce la sostituzione con apparecchi a Led o al sodio alta pressione per il contenimento dei costi di investimento o per mantenere uniformità con le eventuali aree omogenee contigue con impianti aventi sorgenti del tipo analogo.

Risultano di priorità elevata anche gli interventi su impianti che non garantiscono la sicurezza.

### **Priorità 3 – Media priorità di intervento**

Gli interventi riguardano principalmente la sostituzione degli impianti mediamente inquinanti e a bassa efficienza dove l'area efficace risulta alta: essi hanno una priorità media e possono essere previsti nel medio periodo. In particolare riguardano gli impianti nelle aree omogenee (tipologici) dove indice di verifica  $\eta$  risulta maggiore di 30.

### **Priorità 4 – Bassa priorità di intervento**

Le situazioni riscontrate non sono particolarmente critiche e riguardano gli impianti nelle aree omogenee (tipologici) dove indice di verifica  $\eta$  risulta minore di 30.

e. Gli interventi riguardano soprattutto l'adeguamento alla L.P. n. 16/07 di impianti di recente installazione e in buono stato: essi hanno una priorità bassa e possono essere programmati nel lungo periodo.

## **PROPOSTE DI INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE DISTINTE PER AREA OMOGENEA-TIPOLOGICO**

L'individuazione degli interventi per il graduale adeguamento degli impianti di illuminazione esterna esistenti, consistente nell'elenco, nella classificazione e nelle disposizioni specifiche per i singoli interventi volti alla riduzione dell'inquinamento luminoso.

### **Tipologie di Intervento**

#### **Livello 3 -Sostituzione sostegno e apparecchio**

L'intervento riguarda la sostituzione integrale dei punti luce (sostegni, corpi illuminanti e lampade). Il piano di intervento prevede l'installazione di nuovi apparecchi LED, in linea di massima nelle stesse posizioni occupate dai punti luce esistenti; nei casi in cui le interdistanze attuali siano non adeguate, se ne prevede la variazione.

#### **Livello 2 -Sostituzione apparecchio**

L'intervento di adeguamento di questi punti luce, nel rispetto della L.P. 16/07, è rappresentato dalla sostituzione degli apparecchi illuminanti con nuovi apparecchi LED, mantenendo costante sia la posizione che l'altezza di installazione.

#### **Livello 1 - Sostituzione sorgente di illuminazione apparecchio**

L'intervento di adeguamento di questi punti luce, nel rispetto della L.P. 16/07, è rappresentato dalla sostituzione della sorgente di illuminazione di apparecchi conformi installando un kit refitting a moduli LED, mantenendo costante sia la posizione che l'altezza di installazione.

I risultati illuminotecnici ed energetici del piano di intervento sono riportati nell' allegato 3 - Stato di rilievo, da confrontare con lo Stato di progetto contenuto nel medesimo allegato 3. Entrambe le tabelle riepilogano il numero e la tipologia delle lampade e illustrano i dati relativi al flusso luminoso, ai consumi di energia elettrica e ai costi in bolletta.

Nel piano sono contenute le misure per l'adeguamento dei livelli di illuminazione sulle strade, aree pedonali, parcheggi, ecc., con conseguente aumento della sicurezza. Il piano di adeguamento prevede l'utilizzo di luce bianca (LED).

**I dettagli dello stato di progetto ed intervento con indicazione dei parametri sintetici  $\eta$  e Kill , potenza installata (kW), energia consumata (kWh/anno) e costo (€), sono stati dettagliati per area omogenee (via per via) e sono riportati negli elaborati dell'allegato 3.**

I costi di investimento sono riportati negli allegati 3 - Piano di intervento e comprendono la fornitura e posa in opera di quelli nuovi (sostegni, apparecchi illuminanti, sorgenti di illuminazione e ausiliari elettrici).

Per ogni tipologia di intervento si riportano le tabelle di costo degli interventi.

Tipologia apparecchio	Composizione		Livello di intervento	Costi (€)
ARTISTICO	Palo singolo	n.1 sbraccio	3	2000
			2	800
			1	700
	n.2 sbraccio		3	3000
			2	800
			1	700
STRADALE/TECNICO	Palo singolo		3	1500
			2	800
			1	700

Per le aree omogenee considerate riportiamo di seguito le tabelle di dettaglio di riferimento per i dati riportati nei riepiloghi allegato 3:

#### COSTI UNITARI INTERVENTI

TIPO	DESCRIZIONE	IMPORTO (euro)
1	Artistico completo – LED 2X50W	3.000,00
2	Artistico completo – LED 1X50W	2.000,00
3	Stradale completo – LED 1X50W	1.500,00
4	Stradale armatura – LED 1X50W; KIT – LED 1X50W	800,00

#### PRIORITA' INTERVENTI

PRIORITA'	DESCRIZIONE
0	Nessun intervento
1	Sostituzione lampade in classe E
2	Sostituzione lampade Mbf , pali
3	Sostituzione PL con $\eta \geq 30$
4	Sostituzione PL con $\eta < 30$

#### TOTALI DEGLI INTERVENTI CORRISPONDENTI ALLE PRIORITA' ASSEGNAME:

PRIORITA'	DESCRIZIONE	IMPORTO (euro)
0	Nessun intervento	
1	Sostituzione lampade in classe E	
2	Sostituzione lampade Mbf , pali	
3	Sostituzione PL con $\eta \geq 30$	
4	Sostituzione PL con $\eta < 30$	
<b>TOTALE</b>		<b>664.900</b>

#### COSTI DI ESERCIZIO PER LE AREE OMOGENEE

STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
P inst. kW	E (cons.) KWh/anno	P inst. kW	E (cons.) KWh/anno
63,75	254.980	27,85	111.400

PIANO DI INTERVENTO				
$\Delta P$ inst. kW	$\Delta E$ (risp.) KWh/anno	COSTO euro	Payback anni	
35,9	150.780	59,13 %	664.900,00	22

## AREE NON OMOGENEE CHE RICHIEDONO INTERVENTI DI ADEGUAMENTO DEGLI IMPIANTI DI ILLUMINAZIONE

Gli interventi sono di livello 2 o livello 3 e quindi riguardano la sostituzione del sostegno e dell'apparecchio o del solo apparecchio. L'apparecchio di illuminazione viene sostituito con un apparecchio stradale completo a Led con potenza 50W.

### Interventi di livello 3 - Sostituzione sostegno e apparecchio

L'intervento riguarda la sostituzione integrale dei punti luce (sostegni, corpi illuminanti e lampade). Il piano di intervento prevede l'installazione di nuovi apparecchi LED, in linea di massima nelle stesse posizioni occupate dai punti luce esistenti; nei casi in cui le interdistanze attuali siano non adeguate, se ne prevede la variazione.

id_Q	Descrizione Quadro	Frazione	Via	Com.	N° P.L.	STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
						P inst.	P tot.	P inst.	P tot.
8	CABINA CASA RIPOSO	Malè	via monte grappa (a monte di via conci)	B04	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	via 4 senza uscita - montes	B04	1	125	125	50	50
	CHIESA BOLENTINA-SAN	Chiesa San							
16	VALENTINO	Valentino	via per chiesa san valentino	B04	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	via 3 - bolentina	B06	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	via 2 - montes	B06	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	via 3 - montes	B06	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	via 2 - montes	B07	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	via 2 - montes	B07	1	125	125	50	50
			via 1 - attraversamento fraz. bolentina	B08	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	vicolo 6 - tra via 5 e via 1	B08	1	125	125	50	50
			via 6 accesso a cortile -						
15	MONTES	Montes	montes	B08	1	125	125	50	50
12	MAGRAS 2	Magras	via 3 - magras	B08	1	125	125	50	50
			via 4 - confluente in piazza centro magras	B08	1	125	125	50	50
12	MAGRAS 2	Magras	via 4 - confluente in piazza centro magras	B08	1	125	125	50	50
	CABINA STAZIONE	Malè	laterale via roma	B09	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 10 senza uscita - ingresso da via 1 - arnago	B09	1	125	125	50	50
			via 1 - attraversamento fraz. bolentina	B09	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	via 3 - bolentina	B09	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	via 3 - montes	B09	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	cortile 1 -residenziale - bolentina	B10	1	125	125	50	50

id_Q	Descrizione Quadro	Frazione	Via	Com.	N° P.L.	STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
						P inst.	P tot.	P inst.	P tot.
17	BOLENTINA	Bolentina	vicolo 7 - bolentina	B10	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	cortile 3 - residenziale - bolentina	B10	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	via 1 - attraversamento fraz. bolentina	B11	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	via 2 - bolentina	B11	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	strada di collegamento fraz. arnago e fraz. magras	B12	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 4 -arnago -da piazza centro a via 2	B12	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 4 -arnago -da piazza centro a via 2	B12	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	vicolo 7 senza uscita - da piazzetta lato chiesa - arnago	B12	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	vicolo 8 laterale chiesa - arnago	B12	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 11 senza uscita -ingresso da via 1 - arnago	B12	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	cortile 2 -residenziale - bolentina	B12	1	125	125	50	50
12	MAGRAS 2	Magras	vicolo 6 senza uscita da piazza centro magras	B12	1	125	125	50	50
8	CABINA CASA RIPOSO	Malè	cortile 1 -residenziale - male'	B13	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 11 senza uscita -ingresso da via 1 - arnago	B13	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	via 5 - bolentina	B13	1	125	125	50	50
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	via 7 - magras- tratto a monte di laterale per cimitero	B14	1	125	125	50	50
2	ZONA POLVERIERA	Malè		B24	1	125	125	50	50
2	ZONA POLVERIERA	Malè	via alcide degasperi ( c )	B24	1	125	125	50	50
2	ZONA POLVERIERA	Malè	laterale via de gasperi - zona polveriera	B24	1	125	125	50	50
2	ZONA POLVERIERA	Malè	laterale via de gasperi - zona polveriera	B24	1	125	125	50	50
2	ZONA POLVERIERA	Malè	laterale via de gasperi - zona polveriera	B24	1	125	125	50	50
8	CABINA CASA RIPOSO	Malè	via monte grappa (da via taddei)	B28	1	125	125	50	50
12	MAGRAS 2	Magras	via 2 - magras	B30	1	125	125	50	50
12	MAGRAS 2	Magras	piazza centro magras	B32	2	200	400	50	100
12	MAGRAS 2	Magras	piazza centro magras	B32	2	200	400	50	100
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	via 7 - magras - tratto da laterale per cimitero a sp	B32	2	200	400	50	100

id_Q	Descrizione Quadro	Frazione	Via	Com.	N° P.L.	STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
						P inst.	P tot.	P inst.	P tot.
12	MAGRAS 2	Magras	via 5 - confluente in piazza centro magras	B33	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	via 3 - montes	B37	1	125	125	50	50
72	QUADRO ESTERNO CABINA POLIZIA	Malè	via 4 novembre	C13	1	125	125	50	50
9	CABINA CEI	Malè	via molini per zona artigianale	C13	1	125	125	50	50
9	CABINA CEI	Malè	via milano	C16	1	125	125	50	50
9	CABINA CEI	Malè	via molini (tra via iv novembre e piazza cei)	C17	1	125	125	50	50
9	CABINA CEI	Malè	via molini (tra via iv novembre e piazza cei)	C17	1	125	125	50	50
9	CABINA CEI	Malè	via francesco guardi	C21	1	125	125	50	50
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	via da piazza centro magras a via per arnago	E06	3	375	1.125	50	150
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	via da piazza centro magras a via per arnago	E07	2	250	500	50	100
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	via da piazza centro magras a via per arnago	E07	2	250	500	50	100
17	BOLENTINA	Bolentina	via 1 - attraversamento fraz. bolentina	E13	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	via 4 - bolentina	E13	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 2 - parte bassa arnago	E14	1	80	80	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 2 - parte bassa arnago	E14	1	80	80	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 2 - parte bassa arnago	E14	1	80	80	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	vicolo 5 - arnago -da via 4 a via 2	E14	1	80	80	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	via 1 - attraversamento fraz. bolentina	E14	1	80	80	50	50
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	via da piazza centro magras a via per arnago	E18	1	125	125	50	50
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	via da piazza centro magras a via per arnago	E18	1	125	125	50	50
1	CABINA STAZIONE	Malè	via marconi (b)	E20	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	via 2 - bolentina	E20	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	via 5 senza uscita - ingressi residenze - montes	E20	1	125	125	50	50

id_Q	Descrizione Quadro	Frazione	Via	Com.	N° P.L.	STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
						P inst.	P tot.	P inst.	P tot.
15	MONTES	Montes	via 5 senza uscita - ingressi residenze - montes	E20	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	cortile interno 1 -residenziale-montes	E20	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	cortile 2 -residenziale-montes	E20	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	via 7 - montes	E20	1	125	125	50	50
15	MONTES	Montes	via 7 - montes	E20	1	125	125	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	PARCO		flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
5	REGAZZINI	Malè	flying park - sentiero in localita' regazzini	E21	1	15	15	50	50
8	CABINA CASA RIPOSO	Malè	via silvestri ugo	E24	1	125	125	50	50
1	CABINA STAZIONE	Malè	via alla croce - via degasperi	E24	1	125	125	50	50
1	CABINA STAZIONE	Malè	via alla croce - via degasperi	E24	1	125	125	50	50
1	CABINA STAZIONE	Malè	via portaccia (da piazza portegala a via de gasperi)	E24	1	125	125	50	50
1	CABINA STAZIONE	Malè	via alla croce - via degasperi	E25	1	80	80	50	50
1	CABINA STAZIONE	Malè	via alla croce - via degasperi	E25	1	80	80	50	50
1	CABINA STAZIONE	Malè	via alla croce - via degasperi	E25	1	80	80	50	50
1	CABINA STAZIONE	Malè	via panoramica a monte del fiume noce	E25	1	80	80	50	50

id_Q	Descrizione Quadro	Frazione	Via	Com.	N° P.L.	STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
						P inst.	P tot.	P inst.	P tot.
12	MAGRAS 2	Magras	via 5 - confluente in piazza centro magras	E25	1	80	80	50	50
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	via ingresso al cimitero-magrasi	E28	1	80	80	50	50
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	via ingresso al cimitero-magrasi	E28	1	80	80	50	50
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	via ingresso al cimitero-magrasi	E28	1	80	80	50	50
16	CHIESA BOLENTINA-SAN VALENTINO	Chiesa San Valentino	scala per cimitero - san valentino	E31	1	70	70	50	50
16	CHIESA BOLENTINA-SAN VALENTINO	Chiesa San Valentino	scala per cimitero - san valentino	E31	1	70	70	50	50
16	CHIESA BOLENTINA-SAN VALENTINO	Chiesa San Valentino	scala per cimitero - san valentino	E31	1	70	70	50	50
16	CHIESA BOLENTINA-SAN VALENTINO	Chiesa San Valentino	scala per cimitero - san valentino	E31	1	70	70	50	50
16	CHIESA BOLENTINA-SAN VALENTINO	Chiesa San Valentino	scala per cimitero - san valentino	E31	1	70	70	50	50
8	CABINA CASA RIPOSO	Malè	vicolo tra via brescia e via conci- male'	E32	1	80	80	50	50
8	CABINA CASA RIPOSO	Malè	vicolo tra via brescia e via conci- male'	E32	1	80	80	50	50
				<b>TOTALI</b>		<b>110</b>		<b>13290</b>	
					n°		kW		kW
					110		13,29		5,50

### Interventi di Livello 2 -Sostituzione apparecchio

L'intervento di adeguamento di questi punti luce, nel rispetto della L.P. 16/07, è rappresentato dalla sostituzione degli apparecchi illuminanti con nuovi apparecchi LED, mantenendo costante sia la posizione che l'altezza di installazione.

id_Q	Descrizione Quadro	Frazione	Via	Com.	N° P.L.	STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
						P inst.	P tot.	P inst.	P tot.
13	CABINA ARNAGO	Arnago	vicolo 6 senza uscita - da piazzetta lato chiesa- arnago	B15	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	via 3 - bolentina	B15	1	125	125	50	50
10	CABINA PONDASIO	Località Pondasio	via 3 - localita' pondasio	B15	1	125	125	50	50
12	MAGRAS 2	Magras	via 1 - magras	B15	1	125	125	50	50
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	via 7 - magras- tratto a monte di laterale per cimitero	B16	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 4 -arnago -da piazza centro a via 2	B17	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 4 -arnago -da piazza centro a via 2	B17	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	vicolo 5 - arnago -da via 4 a via 2	B17	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	vicolo 9 - arnago	B17	1	125	125	50	50
141	CABINA RAZZON	Malè	incrocio via degli alpini con via taddei	B27	3	375	1125	50	150
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	laterale per cimitero-magras	B34	1	70	70	50	50
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	laterale per cimitero-magras	B34	1	70	70	50	50
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	laterale per cimitero-magras	B34	1	70	70	50	50
11	CABINA MAGRAS 1	Magras	laterale per cimitero-magras	B34	1	70	70	50	50
2	ZONA POLVERIERA	Malè	via alcide degasperi ( c )	C06	2	250	500	50	100
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 1 -ingresso fraz. arnago	C08	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 1 -ingresso fraz. arnago	C08	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 1 -ingresso fraz. arnago	C08	1	125	125	50	50
13	CABINA ARNAGO	Arnago	via 1 -ingresso fraz. arnago	C08	1	125	125	50	50
12	MAGRAS 2	Magras	incrocio tra sp86 e via 1 - magras	C10	2	250	500	50	100

id_Q	Descrizione Quadro	Frazione	Via	Com.	N° P.L.	STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
						P inst.	P tot.	P inst.	P tot.
12	MAGRAS 2	Magras	incrocio tra sp86 e via 1 - magras	C20	2	250	500	50	100
142	QUADRO PICCOLO-CABINA RAZZON	Malè	laterale via trento - parcheggio case a schiera	E22	1	125	125	50	50
17	BOLENTINA	Bolentina	via 2 - bolentina	E22	1	125	125	50	50
1	CABINA STAZIONE	Malè	vicolo frattaglia	E23	1	125	125	50	50
<b>TOTALI</b>					<b>29</b>		<b>4905</b>		<b>1450</b>
					n° 29		kW 4,905		kW 1,45

#### Costi interventi nelle aree non omogenee:

Livello	Priorità	Descrizione	N. Punti luce	Costo Totale (euro)
3	2	<b>SOSTITUZIONE SOSTEGNO E APPARECCHIO</b>	<b>110</b>	<b>213.000</b>
2	3	<b>SOSTITUZIONE APPARECCHIO</b>	<b>29</b>	<b>23.200</b>
			<b>139</b>	<b>236.200</b>

#### COSTI DI ESERCIZIO PER LE AREE NON OMOGENEE

STATO DI FATTO		STATO DI PROGETTO	
P inst. kW	E (cons.) KWh/anno	P inst. kW	E (cons.) KWh/anno
18,19	76.398	6,95	28.980

PIANO DI INTERVENTO				
ΔP inst. kW	ΔE (risp.) KWh/anno		COSTO euro	Payback anni
11,24	47.208	61,8%	236.200,00	25,01

## 5.4. Valutazioni Economiche

Vengono di seguito esaminate alcune soluzioni applicabili al parco impiantistico oggetto di questo studio; essendo finalizzate ad un’ottimizzazione dei consumi energetici, ad una migliore qualità dell’illuminazione e ad un conseguente risparmio economico (derivante dal risparmio energetico).

Tali soluzioni possono essere differenziate in:

- soluzioni che prevedono interventi di modifica tecnica all’impianto;
- soluzioni che prevedono l’applicazione di procedure gestionali al parco impiantistico.

Ogni soluzione contempla diverse metodologie d’azione che verranno di seguito elencate ed illustrate, al fine di avere una visione completa dei possibili interventi che meglio si coniugano con lo stato di fatto degli impianti.

Le soluzioni che prevedono operazioni di modifica tecnica all’impianto possono riassumersi nelle seguenti:

### I riduttori di flusso

Il regolatore di flusso luminoso è uno stabilizzatore di tensione centralizzato che consente una regolazione della potenza erogata a circuiti di lampade mediante un’azione di riduzione lineare della tensione di alimentazione, secondo cicli programmabili in valore / in tempo in funzione dei flussi di traffico stimati.

I regolatori di ultima generazione stabilizzano le tensioni di lavoro con un sistema completamente digitale, privo di contatti mobili, con una precisione al +/- 1% e senza sovratensioni. Il controllo della tensione avviene con l’iniezione di una tensione variabile in serie al carico, generata da un trasformatore booster, a sua volta alimentato da una corrente pilota generata dalle schede elettroniche.

Pertanto la corrente al carico non viene mai interrotta. Le macchine sono controllate da un microprocessore che supervisiona tutti i processi di regolazione e comunicazione.

Le lampade alimentate dal regolatore devono essere dotate di reattore magnetico in quanto non sono ammessi i reattori elettronici.

La stabilizzazione della tensione ai valori programmati durante il funzionamento a regime normale e la riduzione nelle ore notturne, quando la diminuzione del flusso del traffico lo consente, determinano una contrazione nei consumi di energia elettrica. La riduzione di potenza assorbita, in funzione del tipo di lampada e delle condizioni dell’impianto, può variare dal 20% al 50%.

La stabilizzazione della tensione attuata dal regolatore evita alle lampade lo stress dovuto alle sovratensioni, soprattutto negli impianti ubicati vicino alle cabine di trasformazione dove, nelle ore notturne, la tensione di alimentazione può raggiungere valori ben superiori a quelli nominali.

La riduzione della tensione, quando il regolatore funziona a regime normale, determina una sensibile diminuzione di calore. Risulta così possibile aumentare la durata delle lampade.

### Sostituzione di corpi illuminanti esistenti con altri ad elevato rendimento

La sostituzione dei corpi illuminanti è un intervento che permette di ottenere un beneficio tanto migliore quanto maggiore è il numero di elementi su cui si va ad agire.

L’intervento ha come obiettivo la sostituzione dell’intero corpo illuminante con riferimento alle armature stradali a basso rendimento, senza distinzione per quel che riguarda la tipologia di sorgente luminosa. L’impiego di questo tipo di apparecchi permette, a parità d’illuminamento, una sostanziale diminuzione della potenza impegnata ed un rilevante aumento della luminosità prodotta. La maggior parte delle case costruttrici di apparecchi illuminanti, in quest’ultimo periodo, ha investito molto sulla ricerca di dispositivi sempre più efficienti e lampade dalle durate sempre maggiori. Questo permette una sostanziale diminuzione della potenza della lampada senza compromettere l’efficienza luminosa.

I corpi illuminanti di recente costruzione hanno ottiche estremamente avanzate, in grado di concentrare al massimo la luce e di dirigerla nel verso desiderato. La dispersione luminosa verso l’alto è pressoché nulla e le varie possibilità di regolazione consentono che gli apparecchi siano modulabili alle diverse necessità d’illuminamento.

Tale aspetto è di fondamentale importanza per riuscire a sfruttare tutto il fascio luminoso disponibile, permettendo di ridurre al minimo la potenza della lampada che equipaggerà l’armatura stradale.

La normativa antquininamento luminoso prevede che gli apparecchi siano installati parallelamente alla strada, quindi l’armatura dovrà forzatamente avere un angolo pari a 0° d’inclinazione. Questo aspetto ha costretto i ricercatori a progettare ottiche in grado di “spingere” il flusso luminoso il più distante possibile, da un’armatura priva d’inclinazione.

La vasta possibilità di scelta delle ottiche permette di soddisfare molte applicazioni illuminotecniche, come ad esempio svariate altezze di montaggio o particolari posizioni.

Una stessa armatura, con ottiche diverse potrebbe essere montata sia a tre metri da terra, sia a dodici metri, inoltre, design molto curati permettono l'installazione di questi apparecchi anche nei centri urbani o nei centri storici.

Grazie all'utilizzo dei nuovi software si è in grado di prevedere come una strada risulterà illuminata, riuscendo ad individuare con precisione eventuali zone buie o le zone troppo illuminate, mantenendo in questo modo la massima interdistanza possibile tra due punti luce, nel rispetto della normativa.

### **Riduzione della potenza impegnata con la sostituzione delle lampade**

La sostituzione delle lampade si integra con la prima soluzione analizzata in quanto può essere eseguito mediante il ricablaggio degli apparecchi esistenti o con la sostituzione degli stessi qualora il loro stato di conservazione renda non economica l'operazione.

### **Sostituzione dei corpi illuminanti con apparecchi a led**

Al pari della soluzione precedente questo è un intervento che si basa sulla sostituzione degli attuali corpi illuminanti con apparecchi ad altissimo rendimento. La tecnologia a led, relativamente recente per quel che riguarda l'illuminazione pubblica e dunque da poco sul mercato, sfrutta l'elettronica e le sue applicazioni per ottenere dagli apparecchi enormi vantaggi energetici e manutentivi. Il led è per sua natura molto più economico in termini energetici e più duraturo rispetto alle sorgenti di uso comune (incandescenza, fluorescenti, scarica nei gas, ecc). Non va tuttavia sottovalutata la criticità applicativa di questa tecnologia che necessita di un monitoraggio costante delle condizioni d'utilizzo; particolare attenzione va anche posta sull'energia termica dissipata da questo tipo di apparecchi che, al contrario di quelli tradizionali, è di notevole entità.

Il punto critico di questa tecnologia è l'elettronica raffinata che sta alla base del funzionamento.

L'installazione della stessa su palo, costringe ad un funzionamento costantemente a contatto con i fattori atmosferici; tale situazione può compromettere pesantemente la delicata elettronica all'interno dei dispositivi. Ogni singolo apparecchio a led, ha la capacità di essere controllato a distanza, questa caratteristica rende l'intero impianto completamente regolabile. Il vetro copri ottica di questi apparecchi è studiato affinché il fascio luminoso prodotto da ogni led vada a sovrapporsi ai fasci dei led circostanti (in un certo senso ogni led ha il proprio vetro copri ottica).

Pertanto anche se un led andasse fuori uso sarebbe compensato dal fascio degli altri. La tecnologia LED rappresenta sicuramente il futuro dell'illuminazione, in quanto può garantire numerosi vantaggi:

- diminuzione della quantità di "materia" utilizzata per la loro produzione: rispetto ai prodotti tradizionali comporta quindi una riduzione degli ingombri e dei pesi, determinando un'agevolazione nell'approvvigionamento, stoccaggio e trasporto dei materiali e nella produzione industriale;
- ridotto contenuto di sostanze tossiche o nocive; le parti componenti dei LED sono facilmente disaggregabili, smaltibili e riciclabili (allo stesso livello dei normali diodi che si utilizzano in elettronica);
- ridotta emissione di raggi UV ed IR;
- lunga durata della vita media;
- tecnologia in costante evoluzione;

Le sorgenti luminose a LED, al contrario delle sorgenti luminose tradizionali, non tendono a spegnersi improvvisamente esaurita la loro vita utile: i LED infatti nel tempo diminuiscono gradualmente il loro flusso luminoso iniziale fino ad esaurirsi completamente in un periodo molto lungo.

Il mantenimento del 70% del flusso iniziale corrisponde al limite al di sotto del quale l'occhio umano percepisce una riduzione della luce emessa. Per questo motivo, numerose ricerche dimostrano che una riduzione del flusso iniziale del 30% è accettabile per la maggioranza delle applicazioni luminose e quindi viene definita come "vita media utile" di un LED il tempo trascorso prima che venga raggiunto questo limite. Una delle principali cause di riduzione della vita utile dei led è l'aumento della temperatura della giunzione. In pratica, consentire un eccessivo riscaldamento del nucleo del led corrisponde ad una durata ridotta nel tempo o addirittura la rottura istantanea dello stesso. I dispositivi di dissipazione risultano dunque fondamentali per il buon utilizzo e la corretta durata dell'apparecchio.

Un'ultima considerazione va fatta relativamente al calcolo dei tempi di ammortamento degli apparecchi, in quanto essendo una tecnologia recente, non è ancora perfettamente definita l'influenza dei fattori esterni (non trascurabili) sulla durata delle componenti elettroniche delle armature.

Le soluzioni che prevedono invece l'adozione di particolari politiche gestionali finalizzate al risparmio energetico possono riassumersi nelle seguenti:

### **Ottimizzazione dei tempi di accensione e spegnimento**

è possibile ottimizzare i tempi di accensione e di spegnimento degli impianti evitando accensioni anticipate e spegnimenti ritardati dovuti all'influenza di fattori esterni quali condizioni meteo, vegetazione, posizione d'installazione, ecc., sugli interruttori crepuscolari.

Si può quindi prevedere la sostituzione degli interruttori crepuscolari con orologi astronomici, che in funzione dell'impostazione della latitudine e della longitudine del sito d'installazione, regolino gli orari di accensione all'alba e di spegnimento al tramonto di tutti i giorni dell'anno, in funzione del mutare delle stagioni. Utilizzando gli orologi astronomici si è in grado di determinare precisamente i crepuscoli, in modo da garantire accensioni e spegnimenti precisi, esenti da sprechi.

L'algoritmo di calcolo astronomico interno al dispositivo consente di ricreare il ciclo giorno/notte, tutti i giorni dell'anno, senza alcun bisogno di un sensore di luminosità esterno. Il dispositivo calcola i cicli di accensione e di spegnimento attraverso l'inserimento dei valori di latitudine e di longitudine della località interessata dall'azione dell'interruttore.

### **Telegestione dell'impianto**

I sistemi di telegestione, oltre ad essere una soluzione efficace nella prevenzione dei guasti e nella loro rapida risoluzione, costituiscono un ottimo strumento per il controllo e contenimento dei costi: il monitoraggio e la gestione degli impianti deve avvenire in modo semplice, rapido ed efficace.

Le tecnologie attuali permettono di avere a disposizione strumenti adeguati alla gestione degli impianti e non più per una loro semplice supervisione. Per questo motivo è opportuno che la struttura del sistema sia pensata in funzione dell'impianto e delle reali esigenze di chi ne deve assicurare l'efficienza. In particolare, deve essere scelto il sistema di comunicazione più adeguato tra quelli disponibili:

\_ **GSM:** è il sistema attualmente più utilizzato, in quanto comporta bassi costi d'installazione e di gestione, oltre ad essere estremamente flessibile.

\_ **RETE ETHERNET:** preferibile per la velocità e i bassi costi di comunicazione, ma con alti oneri d'installazione. La soluzione è adatta laddove dove sono presenti reti cittadine cablate o impianti in cui la distanza tra macchine e centri di controllo è limitata.

\_ **GPRS:** ancora poco utilizzato, permette di creare reti ethernet senza cavo; questa caratteristica, unitamente alla velocità di comunicazione, lo rende particolarmente adeguato ai grossi impianti.

\_ **RADIOFREQUENZA:** in passato molto utilizzato, è stato quasi interamente superato dal sistema GSM. È ancora utile dove non esiste la copertura GSM o dove il flusso dei dati da scambiare è talmente elevato da non giustificare i costi a tempo del sistema GSM.

\_ **LINEA TELEFONICA COMMUTATA:** s'integra bene con il sistema GSM; la velocità di comunicazione è buona ma, spesso, i costi e i tempi d'installazione sulle macchine fanno preferire l'uso di un modem GSM.

\_ **ONDE CONVOGLIATE:** per le sue caratteristiche è applicabile solamente alla comunicazione tra quadro e punto luce. Le informazioni vengono trasmesse attraverso i cavi di alimentazione.

Uno dei sistemi di comunicazione maggiormente utilizzati in questo periodo è il GSM. I PC dei centri di controllo si connettono con le macchine in campo, richiedendo le informazioni di cui necessitano ed impostando i parametri di lavoro. Gli elementi nell'impianto, a loro volta, inviano ai centri di controllo i dati sugli eventi di allarme in tempo reale. Se i centri di controllo sono strutturati in rete (intranet, internet, ecc.) i dati sono condivisi tra i vari PC.

Gli impianti di pubblica illuminazione di piccole e medie città (quando i quadri gestiti non sono di numero elevato), prevedono una configurazione tipica del sistema di telegestione: si appoggiano su un unico centro di controllo, dotato di un PC e di una serie di modem e lo scambio delle informazioni avviene tra PC e quadro. Il centro di controllo è, in questo caso, l'unico strumento di monitoraggio e di controllo degli impianti. Quando i quadri gestiti sono di quantità considerevole, o esiste la necessità di condividere ed elaborare le informazioni in più luoghi di lavoro, la telegestione si realizza attraverso la configurazione server/client con più PC connessi in rete.

La metodologia di telegestione "punto a punto" è sicuramente la più completa e complessa: oltre a fornire una grande quantità d'informazioni utili, essa permette di estendere la comunicazione fino alla singola

lampada. Le informazioni rilevate sono importanti input per la programmazione della manutenzione e per la prevenzione dei guasti. Il centro di controllo può essere unico oppure periferico, condividendo le informazioni raccolte.

Tutte le informazioni inviate dai controllori disposti sul territorio sono gestite da un software distribuito dalla casa costruttrice, che permette di controllare approfonditamente lo stato dell'impianto e di regolarne ogni operazione. Attraverso la telegestione è infatti possibile regolare o spegnere ogni singola lampada, controllarne le ore di funzionamento e programmare una sostituzione anticipata nel caso in cui la sorgente sia prossima all'esaurimento. Viene creata una cartografia completa dell'impianto e per ogni punto luce viene fornito uno storico delle operazioni manutentive effettuate, rendendo semplice ogni tipo di censimento dell'impianto.

Per mettere in comunicazione il punto luce con il quadro di telegestione viene inserito nell'armatura un dispositivo operante con onde convogliate che permette l'accensione e lo spegnimento del singolo punto luce, ove è installato. Inoltre, fornisce la lettura da remoto delle misure da parte del centro di controllo (tensione, corrente, fattore di potenza, ore di funzionamento, stato della lampada, ecc.) e consente inoltre di individuare velocemente i guasti, identificare le lampade in esaurimento, eseguire dettagliate analisi sul funzionamento dei punti luce gestiti. E' possibile fare eseguire in modo automatico ad ogni modulo un ciclo giornaliero di lampada accesa/spenta, ad orari impostabili. Nei modelli più evoluti è disponibile un'uscita 1÷10Vdc non isolata, con la quale è possibile pilotare l'ingresso di un reattore elettronico regolabile oppure comandare un reattore bi regime; in questo caso il ciclo automatico si può anche configurare a 5 livelli di regolazione, permettendo quindi la realizzazione di scenografie.

## 5.5 Definizione dei piani di manutenzione degli impianti

L'integrità dell'impianto d'illuminazione viene garantito solo attraverso un adeguato programma di manutenzione programmata che preveda per tutta la durata della vita dell'impianto.

Gli strumenti operativi che costituiscono il piano di manutenzione di un impianto e di una serie di impianti di manutenzione sono:

- IL MANUALE D'USO E CONDUZIONE,
- IL MANUALE DI MANUTENZIONE,
- IL PROGRAMMA DI MANUTENZIONE.

Il calcolo degli oneri di manutenzione è piuttosto complesso, ci limiteremo quindi a riportare le principali attività che compongono le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria, estrapolando quindi come risultato definitivo, i documenti sopra elencati che tengono già adeguatamente conto di tutti i fattori che contribuiscono ad accrescere gli oneri di manutenzione.

Attività manutentive:

Rilevazione delle lampade fuori servizio:

- ricambio delle lampade
- riparazione dei guasti
- pulizia degli apparecchi d'illuminazione con particolare attenzione al gruppo ottico ed agli schermi di protezione
- controllo periodico dello stato di conservazione dell'impianto
- sostituzione dei componenti elettrici e meccanici deteriorati
- verniciatura delle parti ferrose

Per impianti per i quali per motivi di traffico o di ordine pubblico si renda necessario un servizio di presidio continuato per il recepimento dei disservizi e la pronta riparazione, occorre tenere conto anche di tale voce che potrà essere perseguita con personale specializzato o quasi completamente automatizzato mediante sistemi di telecontrollo e di segnalazione dei guasti.

I metodi di calcolo che hanno permesso di valutare i costi manutentivi trovando le soluzioni che li minimizzano, ovviamente non tengono conto di variabili ulteriori quali:

- la rilevazione delle lampade fuori servizio
- il presidio continuato per il pronto intervento in caso di disservizio
- la riparazione dei guasti per atti vandalici o incidenti stradali

I metodi di calcolo dei costi manutentivi per la loro ottimizzazione, inoltre si basano su ipotesi che verranno di seguito sviluppate, e presuppongono:

- che il cambio lampada venga effettuato a programma e ad intervalli regolari,
- che il controllo dello stato di conservazione dell'impianto e di pulizia delle parti ottiche e degli elementi di chiusura vengano effettuati in concomitanza di ogni ricambio di lampada (tanto programmato quanto saltuario ed accidentale per rottura).

### a. MANUALE D'USO E CONDUZIONE

#### Introduzione

Gli obiettivi principali dei manuali d'uso e di conduzione sono:

- prevenire e limitare gli eventi di guasto che comportano l'interruzione del funzionamento,
- evitare un invecchiamento precoce degli elementi tecnici e dei componenti costitutivi,
- fornire un adeguata conoscenza all'utilizzatore dell'impianto medesimo.

La gestione della programmazione può essere più efficace se inquadrata all'interno di sistema di gestione integrata degli impianti d'illuminazione presenti sul territorio quali per esempio sistemi GIS di gestione topografica georeferenziata tematica del territorio.

#### *Impianto d'illuminazione in generale*

Tutte le eventuali operazioni, dopo aver tolto la tensione, devono essere effettuate con personale qualificato e dotato di idonei dispositivi di protezione individuali quali guanti e scarpe isolanti.

Evitare di smontare le lampade quando sono ancora calde; una volta smontate le lampade con carica esaurita queste vanno smaltite seguendo le prescrizioni fornite dalla normativa vigente e conservate in luoghi sicuri per evitare danni alle persone in caso di rottura del bulbo contenente i gas esauriti.

#### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

- Abbassamento livello di illuminazione
- Avarie
- Difetti agli interruttori

#### **Pali per l'illuminazione**

#### **ANOMALIE RISCONTRABILI**

- Corrosione
- Difetti di stabilità

## **B. MANUALE DI MANUTENZIONE**

### **Introduzione**

Il manuale di manutenzione definisce i passaggi ed i processi della manutenzione programmata degli impianti d'illuminazione. Il suo utilizzo permette di razionalizzare e rendere più efficienti le attività inerenti la manutenzione attuando tutte le procedure necessarie per prevenire malfunzionamenti, anomalie e guasti.

Le operazioni di manutenzione sono regolamentate dalle vigenti normative di legge in materia e devono essere effettuate esclusivamente da personale autorizzato dotato di tutti i dispositivi di protezione personale previsti per legge, e della strumentazione minima prevista per tali tipi di interventi mantenuta in perfetta efficienza.

L'esigenza di una manutenzione programmata periodica è quella di conservare gli impianti d'illuminazione nel tempo in perfetta efficienza sino alla morte naturale degli impianti medesimi (prevista dopo 25-30 anni), migliorandone l'economia di gestione. A tal fine è indispensabile una completa pianificazione ed organizzazione del servizio di manutenzione unito ad una adeguata formazione del personale operativo.

Si evidenziano a tal proposito le tipologie più comuni di interventi legati ad un uso normale ed ordinario degli impianti d'illuminazione:

- sostituzione delle lampade;
- pulizia degli apparecchi di illuminazione;
- stato di conservazione dell'impianto;
- verniciatura e protezione dalla corrosione dei sostegni.

Gli automezzi per la manutenzione devono essere dotati degli idonei dispositivi di sollevamento o di accesso ai corpi illuminanti, partendo dalle semplici scale doppie per i sostegni di apparecchi decorativi posti a meno di 3.5 metri da terra, sino a sistemi con cestello mobile per sostegni sino a 8-10 metri di altezza.

Gli interventi manutentivi devono essere coordinati in modo da minimizzare i costi d'intervento e massimizzarne l'efficacia, per tale motivo si riportano di seguito le seguenti modalità operative minime:

- far corrispondere il cambio lampada con la pulizia dei vetri di protezione e chiusura. Solo in caso di apparecchi con ridotti livelli protezione agli agenti atmosferici, possono essere previsti degli interventi intermedi

- Gli interventi di manutenzione sugli impianti elettrici sono estremamente delicati in quanto è necessario mantenere l'integrità nel tempo dell'impianto documentando adeguatamente eventuali interventi che ne modifichino le caratteristiche, utilizzando materiali identici a quelli esistenti (nel caos dei cavi anche nel colore), con analoghe prestazioni, evitando di alterare il grado di protezione di quei componenti che sono suscettibili di esposizione alle intemperie.

- I quadri elettrici vanno puliti periodicamente, ogni anno, assicurandosi che i contrassegni conservino la loro leggibilità. Ogni anno occorre controllare le linee nei pozzi e l'efficienza dei relè crepuscolari se presenti.

- Per quanto riguarda i sostegni di acciaio, essi vanno tenuti in osservazione, in relazione alle condizioni atmosferiche, al fine di provvedere alla verniciatura quando necessaria. Una periodicità per la verniciatura, in ogni caso, può essere prevista intorno ai cinque anni limitatamente per sostegni verniciati e per periodi molto più lunghi per pali in acciaio zincato che comunque perdono gran parte del loro strato protettivo in meno di 10 anni.

Gli interventi manutentivi, devono essere adeguatamente documentati e registrati.

Come verrà evidenziato si legheranno le operazioni di verifica e controllo alle esigenze di pulizia degli schermi degli apparecchi e di cambio lampada.

Un particolare chiarimento è necessario nei confronti delle operazioni di cambio lampada:

- calcolare i tempi di accensione media annua dei singoli circuiti e confrontarli con le tabelle fornite dai produttori della vita media delle lampade installate, per valutare i tempi di relamping programmati;
- calcolare il costo dell'intervento di manutenzione come somma del costo della sorgente e del tempo medio di sostituzione della medesima (comprensiva di eventuale noleggio di cestello);
- le sorgenti luminose mal sopportano sbalzi di tensione e frequenti cicli di accensione e spegnimento;
- non maneggiare le sorgenti luminose con le dita;
- Non utilizzare le apparecchiature in condizioni di lavoro differenti da quelli suggeriti dalla ditta costruttrice;
- Utilizzare sistemi di stabilizzazione della tensione che migliora le performance, riduce i costi energetici (anche con operazione di riduzione del flusso luminoso), ed aumenta la vita media delle sorgenti luminose.

Tutte le operazioni di manutenzione devono essere eseguite con le apparecchiature non in tensione, (dopo aver controllato che gli interruttori dei relativi circuiti siano aperti) da personale qualificato ed autorizzato.

## C. PROGRAMMA DELLE MANUTENZIONI

### Introduzione

Il programma delle manutenzioni definisce in modo puntuale e specifico la tempistica degli interventi programmati e periodici sul territorio per agevolare un servizio di maggiore qualità al cittadino e per una migliore gestione delle risorse favorendo economie gestionali e organizzative.

Segue un programma operativo adeguato al parco impianti d'illuminazione comunale.

### C.1. MANUTENZIONE DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE

Nella tabella C.1 seguente illustriamo le principali criticità ed anomalie cui possono essere soggetti gli apparecchi di illuminazione, siano essi stradali, proiettori, da arredo urbano, ecc.

E' importante sottolineare l'importanza della pulizia e della manutenzione del vano ottico degli apparecchi di illuminazione, attività che sarà effettuata in occasione di ogni ricambio lampade, utilizzando specifici prodotti chimici non aggressivi, allo scopo di mantenere inalterate nel tempo (il più a lungo possibile) le caratteristiche prestazionali dell'impianto.

CRITICITÀ	COMPONENTE	CRITICITÀ'	
	Sistema di fissaggio dell'apparecchio su palo/braccio	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Difettosità del sistema di serraggio</li> <li>- Corrosione metallica</li> <li>- Errato orientamento apparecchio sulla strada</li> </ul>	
ISPEZIONI	Vano ottico delle armature/proiettori, ecc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sporcizia, opacizzazione delle coppe, ossidazione riflettore</li> </ul>	
	Sistema di chiusura delle armature/proiettori,ecc.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- difettosità del sistema di chiusura</li> <li>- degradazione delle guarnizioni e conseguente</li> <li>- riduzione del grado di protezione nominale IP</li> </ul>	
	TIPO ISPEZIONE	PERIODICITÀ'	RISORSE IMPIEGATE
INTERVENTI	Verifica del fissaggio degli apparecchi ai bracci o sostegni	In base alla periodicità del ricambio lampade	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1
	Verifica dell'inclinazione del gruppo ottico rispetto alla sede stradale	In base alla periodicità del ricambio lampade	
	Verifica dello stato degli accessori elettrici interni (accenditore, alimentatore, condensatore, fotocellula, ecc.) e del cablaggio elettrico	In occasione di ogni ricambio lampade, a programma o su guasto	
	Verifica dell'integrità di vetri, globi, schermi, guarnizioni, ecc.	In base alla periodicità del ricambio lampade	
INTERVENTI	INTERVENTO	PERIODICITÀ'	RISORSE IMPIEGATE
	Pulizia del vano ottico (coppa, riflettore, schermi, vetrerie, ecc.) e della brillantatura con appositi prodotti non corrosivi.	Intervalli compresi tra i 6 mesi e l'anno. In occasione di ogni ricambio lampade	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES).

TABELLA C.1: DISCIPLINARE DI MANUTENZIONE DEGLI APPARECCHI DI ILLUMINAZIONE  
IL RICAMBIO DELLE SORGENTI LUMINOSE

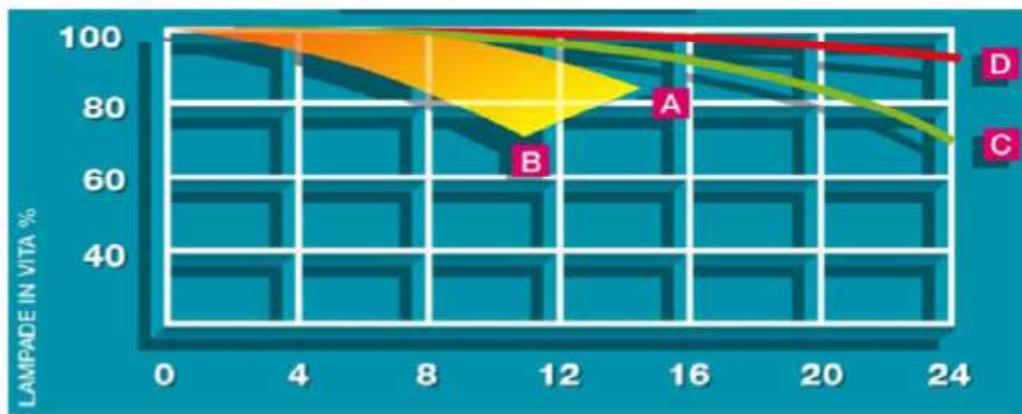
Molto spesso, la mancanza di un opportuno programma di sostituzione delle lampade, comporta un duplice svantaggio: da una parte un disagio agli utenti in quanto gli interventi di sostituzione avvengono solo in

conseguenza dei guasti con conseguente interruzione del servizio e dall'altra, una politica di sostituzione delle lampade molto sbilanciata a favore della manutenzione a guasto, comporta un utilizzo non razionale e non efficiente delle risorse impiegate nella manutenzione.

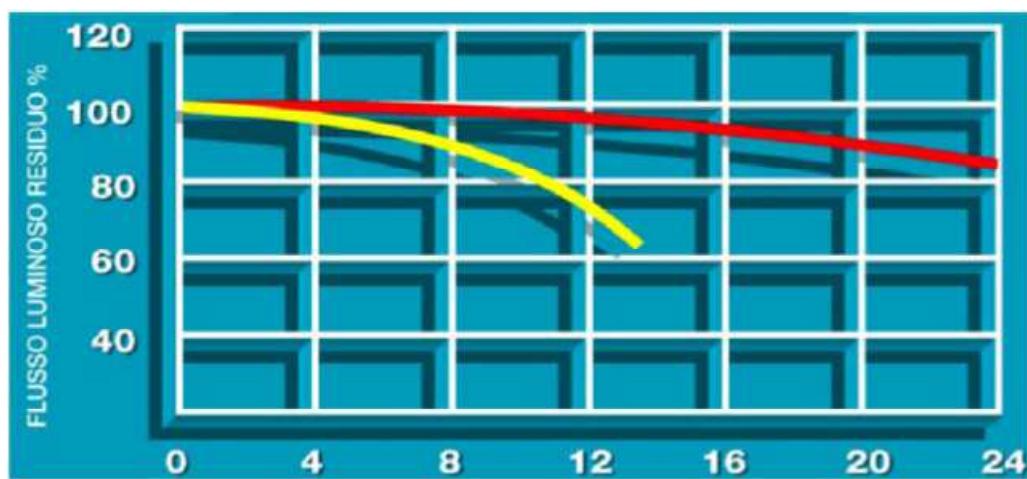
Per tali motivi, viene attribuita particolare importanza e cura alla programmazione di quest'attività.

La periodicità con cui vengono sostituite le lampade dipende naturalmente dalla vita media delle sorgenti luminose, ed è pertanto un dato caratteristico di ciascuna tipologia di lampade. La vita utile delle lampade dipende da numerosi fattori: l'effetto "specchio", lo scarso smaltimento di calore, il gruppo di alimentazione non idoneo, gli sbalzi della tensione di alimentazione.

L'installazione di sistemi di regolazione del flusso luminoso, stabilizzando la tensione di rete, consentirebbe di prolungare la vita utile delle lampade fino a raddoppiarla, riducendo così i costi di manutenzione (per l'aumento della "vita programmata" delle lampade).



Il grafico qui raffigurato rappresenta un esempio, ricavato da esperienze sul campo, di come la vita media delle lampade sia inferiore a quella prevista in laboratorio (l'area fra A e B rappresenta i dati rilevati su impianti esistenti, in ascisse sono riportate le migliaia di ore di funzionamento, in ordinate la percentuale di lampade ancora efficienti; la linea C si riferisce ai dati previsti in laboratorio, la linea D a quelli rilevati sul campo in presenza del regolatore di flusso); tale differenza è dovuta agli shock (di tensione, termici ed altro) subiti dalle lampade in normali condizioni di esercizio rispetto a quelle presenti in impianti in cui è presente un regolatore di flusso. Tali dispositivi inoltre garantiscono non solo un aumento della vita media delle lampade, ma anche livelli elevati di efficienza dell'utilizzo delle lampade stesse; il secondo grafico sotto riportato, mostra infatti tale effetto (la curva in basso è legata ad impianti senza regolatore, quella in alto ad impianti col regolatore; ancora una volta in ascissa sono riportate le migliaia di ore di funzionamento, in ordinata il flusso luminoso residuo delle lampade).



La regolazione del flusso luminoso consente quindi una buona gestione degli impianti, conseguendo un sensibile risparmio energetico e riducendo gli oneri di manutenzione.

La periodicità suggerita in generale considerando la vita media per la periodica sostituzione delle lampade fornite dal costruttore, tenendo conto delle ore di funzionamento annue di 4200 ore (valore assunto analizzando i consumi degli impianti di illuminazione relativi all'anno 2010), è la seguente:

<b>Tipo di lampada</b>	<b>Periodicità di sostituzione senza regolatori di flusso</b>
Lampade ad incandescenza	Ogni 1.000 ore di funzionamento (3 mesi)
Lampade fluorescenti lineari	Ogni 8.000 ore di funzionamento (2 anni)
Lampade fluorescenti compatte	Ogni 6.000 ore di funzionamento (18 mesi)
Lampade a vapori di mercurio	Ogni 8.000 ore di funzionamento (2 anni)
Lampade a luce miscelata	Ogni 8.000 ore di funzionamento (2 anni)
Lampade a vapori di sodio alta pressione	Ogni 8.000 ore di funzionamento (2 anni)
Lampade a vapori di sodio bassa pressione	Ogni 10.000 ore di funzionamento (30 mesi)
Lampade a vapori di sodio alta pressione	Ogni 12.000 ore di funzionamento (3 anni)

## C.2. MANUTENZIONE LINEE ELETTRICHE DI ALIMENTAZIONE (SOSTITUZ. COMPONENTI ELETTRICI)

Sono comprese nelle linee elettriche di alimentazione sia le dorsali che le derivazione per i singoli complessi illuminanti con i relativi componenti elettrici (alimentatori, condensatori, ecc.).

La tabella seguente riassume le principali attività ispettive che dovrebbero essere inserite nella manutenzione programmata preventiva.

I controlli periodici di tutta la componentistica del sistema di distribuzione e alimentazione dei centri luminosi rivestono una particolare importanza perché possono prevenire possibili rischi elettrici derivanti da contatti con parti metalliche normalmente non in tensione e di possibili interruzioni del servizio.

Tali situazioni potrebbero essere causate, infatti, dal deterioramento dell'isolamento dei conduttori elettrici, giunti, cassette di derivazione, ecc..

CRITICITÀ'	COMPONENTE	CRITICITÀ'	
	Conduttori	deterioramento dell'isolamento elettrico:	
	Giunzioni, connessioni in linea	deterioramento dell'isolamento elettrico;	
	Cassette di derivazione (se presenti)	deterioramento dell'isolamento elettrico e difettosità dei contatti elettrici;	
ISPEZIONI	TIPO ISPEZIONE	PERIODICITÀ'	RISORSE IMPIEGATE
	Verifica dei punti di derivazione alla base dei pali o nelle cassette di derivazione	2 anni	Formazione tipo : operaio elettrista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1
	Verifica dello stato d'isolamento dei conduttori delle dorsali e delle derivazioni	2 anni	
	Verifica dello stato di conservazione delle cassette di derivazione, delle morsettiere e delle portelle dei pali	2 anni	
	Verifica dello stato di conservazione dei giunti, se ispezionabili	2 anni	
INTERVENTI	INTERVENTO	PERIODICITÀ'	RISORSE IMPIEGATE E MODALITÀ DI ESECUZIONE
	Sostituzione cablaggi, cassette di derivazione, se ritenuti necessari dalle verifiche.	Secondo esito ispezione	Formazione tipo : operaio elettrista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1

TABELLA C.2 : MANUTENZIONE LINEE ELETTRICHE DI ALIMENTAZIONE

### C.3. MANUTENZIONE DELL'IMPIANTO DI TERRA

L'impianto di illuminazione esistente è stato costruito, di norma, in doppio isolamento (o isolamento rinforzato).

Nel caso si riscontrasse però, qualche situazione impiantistica diversa, si riportano alcune indicazione relative agli impianti costruiti “con semplice isolamento (classe I)” e relativo impianto di messa a terra. L'impianto di messa a terra è prescritto dalla norma CEI 64-8 quale sistema di protezione dai contatti indiretti per impianti di tipo TT realizzati in classe I di isolamento.

Come di consueto, indichiamo nella tabella seguente le attività necessarie per garantire nel tempo l'efficienza di questo sistema.

CRITICITÀ	COMPONENTE	CRITICITÀ'	
	Conduttori	- rotture dovute ad usura e a sollecitazioni meccaniche;	
	Dispensori e morsetti di collegamento	- ossidazione delle connessioni ai conduttori; - corrosione dei dispensori	
ISPEZIONI	TIPO ISPEZIONE	PERIODICITÀ'	RISORSE IMPIEGATE
	Esame a vista dello stato generale dell'impianto di terra	2 anni	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08;
	Verifica del serraggio e dell'efficienza delle connessioni elettriche con l'impianto di terra	2 anni	-EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1
	Verifica della continuità dei conduttori di terra e di protezione	2 anni	
INTERVENTI	INTERVENTO	PERIODICITÀ'	RISORSE IMPIEGATE E MODALITÀ' DI ESECUZIONE
	Sostituzione bulloni, morsettiera, conduttori ecc.	10 anni (indicativamente)	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1

TABELLA C.3.: MANUTENZIONE IMPIANTI DI TERRA

#### C.4. MANUTENZIONE QUADRI ELETTRICI BT DI ALIMENTAZIONE E COMANDO

Le attività di manutenzione interessano anche i possibili guasti dovuti al deterioramento dei dispositivi di sezionamento e manovra degli impianti di illuminazione pubblica (Quadri).

CRITICITÀ'	COMPONENTE	CRITICITÀ'	
	Dispositivi di protezione, sezionamento e manovra degli impianti di illuminazione pubblica	<ul style="list-style-type: none"> <li>- usura e danneggiamento del telaio e dello sportello;</li> <li>- deterioramento dell'isolamento elettrico, nel caso di armadi in materiale isolante;</li> <li>- obsolescenza dei dispositivi (interruttori differenziali, magnetotermici, contattori, ecc.);</li> <li>- ossidazione dei contatti elettrici con rischi conseguenti di arco elettrico</li> </ul>	
ISPEZIONI	TIPO ISPEZIONE	PERIODICITÀ'	RISORSE IMPIEGATE
	Verifica a vista dello stato di conservazione del telaio e degli sportelli degli armadi;	1 anno	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1
	Controllo anche mediante misura dei parametri elettrici dell'impianto (correnti di linea, fattore di potenza, potenza attiva e reattiva)	1 anno	
	Verifica stato di conservazione e valori di taratura dei dispositivi di accensione (interruttori crepuscolari, ecc.)	1 anno	
	Verifica dell'efficienza dei dispositivi di protezione differenziale, mediante prova diretta di funzionamento e dei dispositivi di protezione delle linee (magnetotermici, ecc.)	1 anno	
	Verifica dispositivi di inserzione automatica in caso di esistenza di impianti di rifasamento automatico.	1 anno	
INTERVENTI	INTERVENTO	PERIODICITÀ'	RISORSE IMPIEGATE E MODALITÀ' DI ESECUZIONE
	Regolazioni, tarature.	Secondo esito ispezione	Formazione tipo : operaio elettricista specializzato, e formato come Persona esperta (PES). Leggi e norme di riferimento: -D.Lgs. 81/08; -EN50110-1 (CEI 11-48) ; -EN50110-2 (CEI11- 4 9), CEI 11-27 , 11-27/1 , CEI 0-4/1
	Eventuale modifica del cablaggio per riequilibrare i carichi sulle tre fasi.	1 anno	

TABELLA C.4 : MANUTENZIONE QUADRI ELETTRICI PER ILLUM. IN BT

## C.5. MANUTENZIONE DEI SOSTEGNI

Per sostegni s'intendono: i pali in acciaio stradali e di arredo urbano, i bracci parete, le mensole; la totalità di tali componenti saranno periodicamente oggetto di specifiche ispezioni e interventi di manutenzione. Particolare cura ed attenzione sarà dedicata al controllo dello stato di corrosione alla sezione d'incastro dei sostegni metallici.

Tali verifiche sono molto importanti in quanto il fenomeno della corrosione è particolarmente insidioso; una volta intaccato il sostegno può progredire sino alle estreme conseguenze senza alcun segno premonitore e determinare la caduta del sostegno stesso, spesso in presenza di vento anche debole. Il fenomeno corrosivo può essere rilevato facendo ricorso a diverse tecniche:

Misura della resistenza di polarizzazione

Spessimetro ad ultrasuoni

Spessimetro T- scan

Radiografia

Analisi chimico-fisica del sito e delle infrastrutture

Occorre effettuare rilevazioni di corrosione a campione dei sostegni tramite le prime due tecniche precedentemente indicate, attualmente considerate più efficaci, affidabili ed economiche fra quelle comunemente in uso. Tali metodologie di rilevazione forniranno elementi che indirizzeranno gli ulteriori interventi di manutenzione verso la sostituzione del sostegno o il recupero.

Nella tabella seguente, si riportano le indicazioni delle attività di ispezione e gli interventi periodici previsti nell'ambito della manutenzione programmata – preventiva.

CRITICITÀ'	COMPONENTE	CRITICITÀ'	
	Pali in acciaio verniciato / zincato	- corrosione in corrispondenza della sezione di incastro del palo.	
	Pali in cemento armato centrifugato e/o vibrato	- degradazione del materiale che costituisce lo strato superficiale del sostegno e progressiva corrosione del ferro che ne costituisce la struttura;	
	Bracci in acciaio installati a parete o su palo	- corrosione in corrispondenza delle zone di connessione e attacco ai sostegni o a parete e agli apparecchi d'illuminazione	
	Tesate	- corrosione delle funi di acciaio per apparecchi a sospensione.	
ISPEZIONI	TIPO ISPEZIONE	PERIODICITÀ'	
	Verifica zincatura e protezione anticorrosiva / sostegni e bracci in acciaio zincato	2 anno	
	Verifica stato di corrosione / Sostegni in acciaio	2 anno	
	Verifica stabilità (e verticalità) / sostegni e bracci	2 anno	
	Verifica collegamenti di terra / Sostegni (se esistente)	2 anno	
INTERVENTI	INTERVENTO	PERIODICITÀ'	
	Verniciatura / Sostegni e mensole Ripristino trattamento zincatura	4-5 anni dopo 10 anni indicativamente	

TABELLA C.5 : MANUTENZIONE DEI SOSTEGNI

## C.6. SMALTIMENTO RIFIUTI

Le norme di smaltimento dei rifiuti disciplinano lo smaltimento di diverse categorie di materiali provenienti da lavori sull'illuminazione pubblica.

Le principali tipologie di rifiuti provenienti dalle operazioni di manutenzione possono essere suddivisi nelle seguenti categorie con i codici CER (Codici Europei del Rifiuto) di cui all'allegato A del D.Lgs. 22/1997 “Attuazione delle direttive 91/156/CEE sui rifiuti pericolosi e 91/689/CEE sui rifiuti pericolosi e 94/62/CEE sugli imballaggi ed i rifiuti di imballaggio” (Decreto Ronchi):

Provenienza	Codice CER	Tipo di rifiuto
Demolizione di pavimentazioni stradali o manufatti edili Prelievo di pali in c.a.c.	101303 170101 170102 170103 170104 170701 200301	Rifiuti costituiti da laterizi, calcestruzzo, spezzoni di palo in c.a.c., terre inerti, sottofondi stradali
Prelievo di pali, bracci metallici, sospensioni, parti metalliche delle apparecchiature	120102 120101 160208 150104 170405 190108 190102 200105 200106	Rifiuti in ferro, acciaio, ghisa
Prelievo e sfridi di cavi o spandenti di terra	170401 170408 160199 160208	Spezzoni di cavo in rame ricoperto
Prelievo di componenti dei quadri e degli apparecchi di illuminazione (escluse le lampade), giunti	160202 200124 110104 110401 110201	Apparecchi elettrici, elettrotecnic ed elettronici, rottami elettrici ed elettronici contenenti e non metalli preziosi
Prelievo di lampade	160205	Lampade al sodio ad alta pressione
Prelievo di sorgenti luminose contenenti mercurio	200121	Lampade ai vapori di mercurio – tubi fluorescenti

Per evitare impatti ambientali negativi potenzialmente dovuti allo smaltimento incontrollato dei rifiuti sui territori, si dovrà mettere a punto un sistema di controllo del flusso del rifiuto, tramite l'impiego di formulari destinati all'identificazione delle tipologie e l'annotazione dei dati in registri di carico/scarico.

## COSTI MANUTENTIVI

Riportiamo di seguito i costi medi di manutenzione indicativi delle sorgenti tipo SAP (sodio alta pressione).

<b>CARATTERISTICHE</b>	<b>SAP 150W SAP 100W SAP 70W</b>
<b>Costo medio lampada (€)</b>	<b>€ 35,00(indicativo)</b>
<b>ANALISI ECONOMICA ANNUA (consideriamo 4200 ore annue di funzionamento)</b>	
<b>Durata media anni</b>	<b>4</b>
<b>Costo annuo lampada</b>	<b>€ 8,75</b>
<b>REATTORI</b>	
<b>Reattori durata media</b>	<b>3</b>
Costo unitario reattori	€ 48 (indicativo)
<b>Costo annuo reattori</b>	<b>€ 16</b>
<b>ACCENDITORI</b>	
<b>Accenditori durata media</b>	<b>2</b>
Costo unitario accenditori	€ 24 (indicativo)
<b>Costo annuo accenditori</b>	<b>€ 12</b>
<b>MANUTENZIONE</b>	
<b>Costo interventi manutenti anno lampada (ogni 4 anni: 40€/4)</b>	<b>10 €</b>
<b>Costo interventi manutenti anno accenditore (ogni 2 anni: 20 €/2)</b>	<b>10 €</b>
<b>Costo pulizia vetro/lente (ogni 4 anni: 40€/4)</b>	<b>0</b>
<b>COSTO TOTALE ANNUO PER PUNTO LUCE</b>	
	<b>56,75 €</b>

### 5.6- Pianificazione dell' eventuale sviluppo dell'illuminazione su tutto il territorio comunale

Qualora l'Amministrazione Comunale esprimesse la volontà di illuminare alcuni degli attraversamenti pedonali presenti sul territorio rilevanti dal punto di vista della sicurezza, si suggerisce l'installazione di apparecchi di illuminazione con ottica dedicata all'illuminazione degli attraversamenti stessi e dotati di sorgenti con indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 65$  per la migliore percezione possibile di eventuali ostacoli, Temperatura di colore compresa tra 4000K e 4500K, ed efficienza luminosa pari almeno a 80 lm/W.

Pertanto nel caso di apparecchi funzionali all'illuminazione degli attraversamenti pedonali le sorgenti suggerite sono lampade ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico con  $Ra \geq 92$ , e  $T=4200K$ , sorgenti luminose a led con  $Ra \geq 80$  e  $T=4000K$  o lampade ad alogenuri metallici con efficienza migliorata ( $Ra \geq 65$ ,  $T=2800-3000K$ ).

Per le piste ciclabili di futura realizzazione, qualora queste abbiano una propria sezione distinta da quella della strada che fiancheggiano si prevede l'installazione di apparecchi di illuminazione dedicati, con ottica totalmente schermata, idoneo grado di protezione alla penetrazione di polvere e liquidi, marcatura IMQ e certificazione L.P. n.16/07, fissati su palo di media altezza ( $4m < h < 6m$ ) ed equipaggiati con lo stesso tipo di sorgente utilizzata per le strade attigue (LED se esterne al centro storico, lampade al sodio ad alta pressione o a ioduri metallici con efficienza luminosa migliorata se interne al centro storico).

## TIPOLOGIE DI INTERVENTO: LINEE GUIDA PROGETTUALI OPERATIVE

### Linee guida per la progettazione e realizzazione degli impianti di illuminazione pubblica valide su tutto il territorio

#### Controllo del flusso luminoso diretto:

E' necessario limitare il più possibile l'intensità luminosa oltre i 90° - apparecchi che emettano al massimo tra 0 e 0.49 cd di intensità luminosa ogni 1000 lumen emessi. Significa contenere il flusso luminoso al di sopra della linea di orizzonte.

#### Controllo del flusso luminoso indiretto:

Il valore previsto dalla classificazione delle strade deve essere limitato al minimo previsto dalle norme tecniche di sicurezza.

#### Ottimizzazione delle interdistanze degli apparecchi e delle potenze installate:

Scegliendo apparecchi di qualità, certificati e con elevate performance.

#### Utilizzare lampade ad alta efficienza

In caso di adeguamento sostituire le lampade e valutare la potenza se eccessiva.

#### Risparmio energetico

Utilizzare riduttori del flusso luminoso e/o sistemi di telecontrollo e telegestione

#### Parametri per il progetto illuminotecnico

- Considerare il luogo dal punto di vista urbanistico e architettonico che si vuole illuminare;
- Definire i parametri previsti dalla norma;
- Scegliere l'apparecchio illuminante e tipologia della lampada;
- Effettuare il calcolo illuminotecnico.

Contenuto del calcolo illuminotecnico:

- Il numero degli apparecchi necessari
- L'interdistanza di installazione (minimo 3.7 altezza sostegno)
- L'altezza dei sostegni
- Le caratteristiche del plinto di fondazione
- La potenza elettrica installata
- Il dimensionamento delle linee elettriche
- Il rispetto dei parametri illuminotecnici
- Costo di realizzazione

Il progettista incaricato della stesura di un progetto illuminotecnico dovrà individuare chiaramente la zona o le zone di studio considerate per la corretta classificazione della strada e la giustificazione delle scelte unitamente alla categoria illuminotecnica di riferimento ed ai parametri principali utilizzati per le definizione della categoria illuminotecnica di progetto e di esercizio.

- 1) strade e traffico veicolare assi principali
- 2) strade e traffico veicolare assi secondari
- 3) strade e traffico veicolare zone artigianali
- 4) applicazione in parchi e aree agricole modestamente abitate
- 5) applicazioni specifiche: aree verdi parchi e giardini
- 6) applicazioni specifiche: impianti sportivi
- 7) applicazioni specifiche: strade pedonali fuori centro abitato
- 8) applicazioni specifiche: strade pedonali, piazze, centri storici
- 9) applicazioni specifiche: piste ciclabili
- 10) applicazioni specifiche: parcheggi
- 11) applicazioni specifiche: rotatorie
- 12) illuminazione residenziale e impianti privati

## 1. Strade a traffico veicolare: Assi viari principali

Sono considerati assi viari principali quelli che secondo la classificazione stradale sono stati assimilati alle strade con il maggior traffico motorizzato extraurbano ed urbano.

Identifichiamo ora le linee guida progettuali in caso di:

### Categoria illuminotecnica ME3a- ME3b- ME3c

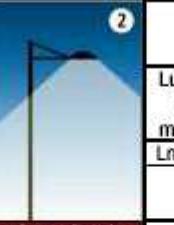
#### CLASSE ME3

Rientrano nella categoria ME3 a pieno titolo le superstrade, tangenziali, ma anche le strade provinciale e statali in ambito extraurbano e urbano quali:

- B- Extraurbane principali (ME3a) (Campo visivo normale)
- D- Urbane di scorrimento veloce (ME3a) (V max < 70 km/h normali)
- C- Extraurbane secondarie (ME3a) (V max < 70-90 km/h normali)
- E- Urbane interquartiere (ME3c) (V max < 50 km/h normali)
- E- Urbane di quartiere (ME3c) (V max < 50km/h normali)

Possono rientrare inoltre le seguenti categorie di strade:

- D- Urbane di scorrimento (ME3c) (V max < 50 km/h in aree di conflitto)
- C- Extraurbane secondarie (ME3c) (V max < 50 km/h in aree di conflitto)
- F- Locali extraurbane (ME3a) (Vmax < 70-90 km/h normali)
- F- Locali extraurbane (ME3c) (V max < 50 km/h in aree di conflitto)

TIPOLOGIA DI INSTALLAZIONE		CLASSIFICAZIONE			
 apparecchio testapalllo		<b>ME 3a</b>			
		Luminanza media mantenuta	Uniformità		TI
		Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI
		1,0	0,4	0,7	15
 palco con sbraccio		<b>ME 3c</b>			
		Luminanza media mantenuta	Uniformità		TI
		Lm [cd/m <sup>2</sup> ]	Uo	UI	TI
		1,0	0,4	0,5	15

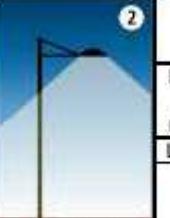


<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
TIPO APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica) Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico tipo stradale (lampade a scarica) Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007. Soluzioni Led: emissione massima sui 90° e oltre, 0 cd/klm
<b>SOSTEGNI</b>	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra (a seconda della larghezza della strada): - Classe ME3: 8-10 metri
POSA	Unilaterale su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione "testa-palo", ove si renda necessario per condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.
<b>SORGENTI</b>	
SORGENTE	Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65, temperatura di colore 2150K o Ra=20-25, e temperatura di colore 1950K, per i tracciati urbani delle strade con indice illuminotecnico 4, Soluzioni Led: > Ra=75 con Temperatura di colore da 4000K a 4500K (luce bianca neutra), per i tracciati urbani delle strade con indice illuminotecnico 4.
POTENZA	Lampade a scarica. Classe ME3 (Lm= 1cd/m <sup>2</sup> ) utilizzare le soluzioni con potenze inferiori: per strada con larghezze sino a 7 metri: 70-100W per strada con larghezze sino a 8 metri: 100W per strada con larghezze oltre 8 metri: 100-150W Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 40W ai 69W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DELI FLUSSO LUMINOSO</b>	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza, il rapporto minimo interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4 - 4.2
NORMA RIFERIMENTO	UNI 11248 - EN13201.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

## Categoria illuminotecnica ME4:

Rientrano nella categoria **ME4b** a pieno titolo le strade urbane e extraurbane locali e secondarie:

- D- Urbane di scorrimento (V max < 50 km/h normali)
- C- Extraurbane secondarie (V max < 50 km/h normali)
- F- Locali extraurbane (V max < 50 km/h normali)
- F- Locali urbana (V max < 50 km/h con compito visivo importante)

TIPOLOGIA DI INSTALLAZIONE		CLASSIFICAZIONE			
 		<b>ME 4b</b>			
apparecchio testapavimento		Luminanza media mantenuta		Uniformità	Ti
Lm [cd/m <sup>2</sup> ]		Uo	UI	Ti	
0,75		40%	50%	15%	

SCHEMA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME ILLUMINAZIONE STRADALE (Lm = 0,75 cd/m <sup>2</sup> )					
DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:					
APPARECCHIO					
TIPO APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata				
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato				
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica)				
	Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.				
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica				
	Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto				
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico tipo stradale (lampade a scarica)				
	Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole				
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.				
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo				
CLASSE DI ISOLAMENTO	II				
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007.				
	Soluzioni Led: emissione massima sui 90° e oltre, 0 cd/klm				

<b>SOSTEGNI</b>	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra (a seconda della larghezza della strada): - Indice illuminotecnico 3 ( $Lm= 0,75cd/m^2$ ): 7-8 metri
POSA	Unilaterale su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione "testa-palo", ove si renda necessario per condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.
<b>SORGENTI</b>	
SORGENTE	Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > $Ra=20-25$ , e temperatura di colore pari a 1950K Soluzioni Led: > $Ra=80$ con Temperatura di colore da 3200K a 4000K, per i tracciati urbani delle strade con indice illuminotecnico 3.
POTENZA	Lampade a scarica. Classe ME4 ( $Lm= 0,75cd/m^2$ ), utilizzare le soluzioni con potenze inferiori: per strada con larghezze sino a 7 metri: 70W per strada con larghezze sino a 8 metri: 100W per strada con larghezze oltre 8 metri: 100-150W Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 40W ai 69W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DELI FLUSSO LUMINOSO</b>	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza, il rapporto minimo interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4 - 4.2
NORMA RIFERIMENTO	UNI 11248 - EN13201.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

## 2) strade e traffico veicolare assi secondari

La restante parte del tracciato viario, è caratterizzata prevalentemente da strade di piccole dimensioni e/o prevalentemente residenziali o locale alle quali non sono applicabili le convenzioni per la luminanza (aree complesse con molteplici direzioni di osservazione), oppure si riscontrano situazioni in cui sono presenti più utenti della strada, e quindi applicando la norma EN 13201 sono riconducibili alla categoria illuminotecnica **CE4**.

Trattandosi di tracciati misti: si suggeriscono di apparecchi di arredo anticati o anche moderni a seconda delle circostanze ed esigenze di valorizzazione, che meglio si adattino alla conformazione del territorio e del tessuto urbano in cui vengono inseriti.



DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:	
APPARECCHIO	
TIPO APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica) Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico tipo stradale (lampade a scarica) Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007. Soluzioni Led: emissione massima sui 90° e oltre, 0 cd/klm
SOSTEGNI	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra (a seconda della larghezza della strada) 6-8m.
POSA	Unilaterale su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione "testa-palo", ove si renda necessario per condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.

DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:	
SORGENTI	
SORGENTE	<p>Lampade a scarica.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: &gt; Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K)</li> <li>- Lampada agli ioduri metallici a bruciatore ceramico con indice di resa cromatica Ra=83, temperatura di colore 3200K (Efficienza&gt;90lm/W)</li> </ul> <p>Soluzioni Led:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; Ra=70 con Temperatura di colore da 3000K a 4000K, per i tracciati urbani delle strade.</li> </ul>
POTENZA	<p>Lampade a scarica</p> <p>Indice illuminotecnico 2 (utilizzare le soluzioni con potenze inferiori):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>per strada con larghezze sino a 7.5 metri: 70W</li> <li>per le altre strade: 70-100W</li> </ul> <p>Soluzioni Led:</p> <p>Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 30W ai 52W</p>
OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DELI FLUSSO LUMINOSO	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	<p>Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime</p> <p>Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull'interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viali alberati), il rapporto minimo consigliato di interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4.0, in ambito stradale, e ottimizzazione del fattore di utilizzazione, in altri ambiti</p>
NORMA RIFERIMENTO	EN 13201 - Classe CE (stradale- pedonale - complessa)
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

### **3) strade e traffico veicolare zone artigianali**

#### ***Illuminazione privata***

L'illuminazione privata dei capannoni e delle aree limitrofe deve essere realizzata privilegiando le seguenti tipologie di installazioni:

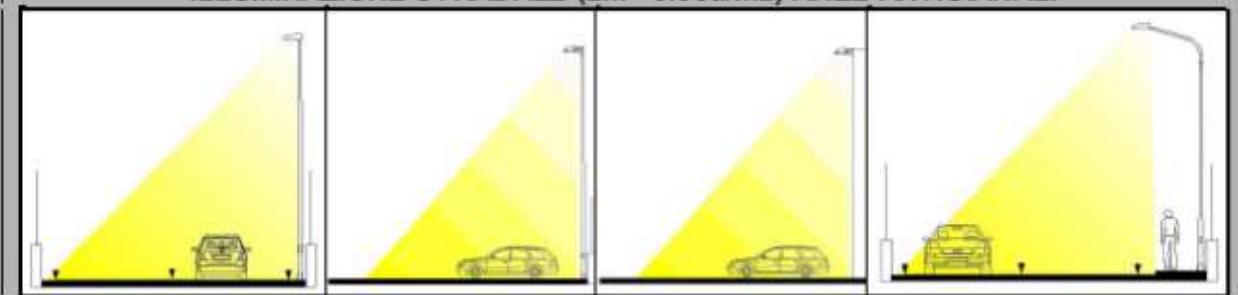
- apparecchi sottogronda (stradali o proiettori) posizionati sui capannoni, dotati di lampade ai vapori di sodio alta pressione installati con vetro piano orizzontale e potenze installate limitate;
- con sistemi dotati di sensori di movimento e di sicurezza per accensione immediata in caso di emergenze. In tale caso l'impianto d'illuminazione può essere integrato con una sola illuminazione minimale quasi di sola segnalazione.

#### ***Illuminazione pubblica***

Per queste applicazioni sussiste in modo limitato, l'esigenza futura di rifacimento degli impianti d'illuminazione obsoleti, mentre se viene consentita l'espansione di tali aree con nuova illuminazione in nuove lottizzazioni dedicate a tali ambiti, le tipologie illuminotecniche dovranno essere omogenee e prettamente funzionali, nonché a elevata efficienza e basso grado di manutenzione nel tempo.

In generale, per le loro caratteristiche le strade sono anche se di notevoli dimensioni, e questo potrebbe comportare un aumento delle potenze e delle altezze dei sostegni. Tali strade hanno generalmente un traffico estremamente limitato oltre il tradizionale orario lavorativo, pertanto l'illuminazione pubblica deve essere espressamente di sicurezza.

**SCHEDA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME**  
**ILLUMINAZIONE STRADALE (Lm= 0.5cd/m<sup>2</sup>) AREE ARTIGIANALI**



**DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:**

**APPARECCHIO**

TIPO APPARECCHIO	Apparecchio illuminante con caratteristiche di arredo urbano da posare su palo adatto all'illuminazione di aree verdi, aree pedonali in genere.
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica) Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico (lampade a scarica) Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
EFFICIENZA LUMIN.	Maggiore del 60%
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007. Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm

**SOSTEGNI**

SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra (a seconda della larghezza della strada) 7-10m.
POSA	Unilaterale su marciapiede o carreggiata. Possibilmente in posizione testa-palo, ove si renda necessario per condizioni critiche, viali alberati o altro è ammesso l'utilizzo del braccio.

**SORGENTI**

SORGENTE	- Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K) Soluzioni Led: > Ra=70 con Temperatura di colore da 3000K a 4000K.
POTENZA	- per strada con larghezze sino a 7.5 metri: 70W - per strada con larghezze pari a 8 metri: 70-100W - per strada con larghezze oltre 8.5 metri: 150W Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 30W ai 50W

DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:	
OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DELI FLUSSO LUMINOSO	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull.interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viali alberati), il rapporto minimo consigliato di interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4.5.
NORMA RIFERIMENTO	UNI 11248 - EN13201.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

#### **4) applicazione in aree agricole modestamente abitate**

Il territorio comunale è attraversato dalle strade principali di collegamento nonché da vie secondarie pubbliche in zone poco abitate.

Le suddette vie devono essere caratterizzate da una illuminazione ridotta, sia che un giorno si provveda ad illuminarle o che si debba rifare l'illuminazione attuale, in quanto:

- verrebbe compromesso il delicato equilibrio dell'ecosistema (flora e fauna) che ha la necessità del persistere del ciclo giorno-notte,
- il traffico ordinario notturno di tali vie è assolutamente trascurabile (al di sotto di 40 auto l'ora) ed i costi dell'illuminazione e manutenzione risulterebbero non commisurati agli effettivi benefici.

#### Illuminazione privata

Una particolare attenzione dovrà essere posta nella verifica dell'illuminazione privata di: capannoni artigianali e industriali, aziende agricole, residenze private. Infatti per quanto riscontrato nei rilievi necessari nella stesura del PRIC, si fa spesso utilizzo in queste entità di un uso inappropriato delle fonti di luce con gravi ripercussioni ambientali anche a notevoli distanze.

La giustificabile esigenza di salvaguardia della sensazione di sicurezza deve opportunamente essere controllata e coordinata dal piano secondo rigorose metodologie tecnologiche che assicurano una corretta illuminazione di sicurezza e presidio del territorio.

In effetti la maggior parte di tali installazioni è costituita da proiettori simmetrici ed asimmetrici mal orientati, posti su supporti o a parete e di potenze troppo elevate rispetto alle necessarie esigenze. In particolare potrebbe essere talvolta sufficiente un intervento di riorientamento di tali proiettori e di utilizzo di appositi schermi ed alette frangiluce per colmare i gravi scompensi che una illuminazione incontrollata provoca: dall'inevitabile inquinamento luminoso, a situazioni di forti abbagliamenti e fastidio visivo, di controluce e zone d'ombra indesiderate e fonti di evidenti situazioni di pericolo anche per la circolazione stradale.

Solo una luce realizzata anche con gli stessi proiettori già esistenti (meglio se riprogettata per ciascuna esigenza) con apparecchi disposti in modo tale che l'intensità luminosa emessa verso l'alto risulti inferiore a 0.49 cd/klm a 90°. E' infatti ormai evidente che la luce abbagliante rivolta verso i recettori della visione dona false sensazioni di illuminamento generalizzato e di conseguente sicurezza che contrariamente alle effettive aspettative provoca i problemi sopra enunciati.

L'impatto sul territorio di tali micro entità abitative deve essere tale da non alterare l'ecosistema e la visione notturna di chi ci vive e di chi si approssima ad esse, utilizzando un'illuminazione di entità ridotta e confinata, per quanto possibile, in tali realtà.

L'utilizzo quindi di una illuminazione con potenze contenute, facilita l'adattamento dell'occhio all'ingresso ed all'uscita da queste entità territoriali.

Ove richiesta una illuminazione prettamente di sicurezza si preferisca l'utilizzo di sensori di movimento abbinati ad apparecchi dotati di lampade ad accensione immediata (incandescenza ad alogen o fluorescenti compatte). Tali sistemi che sono sempre più diffusi, hanno un basso impatto ambientale e consentono un notevole risparmio per i ridotti tempi di accensione. La salvaguardia della sicurezza ed il controllo dell'illuminazione in piccole realtà isolate del territorio sono applicazioni ideali dei sensori di movimento.

## Illuminazione pubblica

Per contro, se insorgesse la necessità per questioni di sicurezza stradale di porre in rilievo elementi di tali vie (curve pericolose, dune, il tracciato, incroci, etc..) sono preferibili sistemi di segnalazione passivi (quali catarifrangenti e fish-eyes) o attivi (a LED fissi o intermittenti, indicatori di prossimità, linee di luce, etc..) . Tali sistemi molto meno invasivi di impianti d'illuminazione propriamente detti sono di fatto molto più efficaci in caso di condizioni di scarsa visibilità.

Nel caso fosse necessario il ripristino della funzionalità dell'illuminazione esistente, o di nuove linee d'illuminazione utilizzare una illuminazione quanto possibile poco invasiva anche otticamente dell'ambiente naturale circostante.



### **DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:**

#### **APPARECCHIO**

TIPO APPARECCHIO	Apparecchio illuminante con caratteristiche di arredo urbano da posare su palo adatto all'illuminazione di aree verdi, aree pedonali in genere.
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica) Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico (lampade a scarica) Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
EFFICIENZA LUMIN.	Maggiore del 60%
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007.
	Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm
<b>SOSTEGNI</b>	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra (a seconda della larghezza della strada) 6 - 8 m.
POSA	Testapalo

DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:	
SORGENTI	
SORGENTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: &gt; Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K)</li> <li>- Lampada agli ioduri metallici a bruciatore ceramico con indice di resa cromatica Ra=83, temperatura di colore 3200K (Efficienza&gt;90lm/W)</li> </ul> <p>Soluzioni Led: &gt; Ra=70 con Temperatura di colore da 3000K a 4000K.</p>
POTENZA	<ul style="list-style-type: none"> <li>- per strada con larghezze sino a 7.5 metri: 70W</li> <li>- per le altre strade: 70-100W</li> </ul> <p>Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 15W ai 30W</p>
OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DELI FLUSSO LUMINOSO	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: ove possibile intervenire sull.interdistanza (situazioni senza ostacoli quali viali alberati), il rapporto minimo consigliato di interdistanza su altezza palo deve essere pari a 4.5-5
NORMA RIFERIMENTO	UNI 11248 - EN13201.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

## 5) applicazioni specifiche: aree verdi parchi e giardini

Nel territorio comunale si trovano aree adibite a verde ricreativo tutte già illuminate .

La scelta per la creazione di nuove aree verdi in questo caso deve cadere su apparecchi che ne permettano la corretta fruibilità nelle fasce diurne a ridosso del crepuscolo ed allo stesso tempo, non turbino le aree abitate circostanti. Deve quindi essere salvaguardata la sicurezza dell'area verde nelle ore notturne, evitando fenomeni di forti gradienti di luce, abbagliamenti ed aree contigue di forte discontinuità del flusso luminoso alternate con fasce di ombra.

Per quanto concerne l'illuminazione dedicata alle aree verdi essa è fortemente caratterizzata dalla sua estensione, per tale ulteriore motivo nel PRIC si suggerisce l'identificazione di una tipologia di illuminazione univoca, in grado di essere funzionale ai vialetti ed ai percorsi pedonali che caratterizzano i giardini pubblici esistenti o da realizzarsi.

Per tali aree omogenee, si suggerisce l'installazione di apparecchi decorativi, con ottica full cut-off, su palo di altezza massima di 4,5-5 m che, in caso di adeguamento, possa sostituire tutti gli apparecchi attualmente dislocati non più a norma secondo i dettami della L.P. n.16/2007 o, in caso di nuovo impianto, che possano regalare a tali aree un'adeguata fruibilità degli spazi.

Il colore predominante di parchi, giardini e viali alberati è il verde, che risulta particolarmente apprezzabile se illuminato con sorgenti attorno ai 3000K tale situazione però si scontra con altri fattori importanti legati alla necessità di utilizzare limitate potenze delle sorgenti luminose ed all'impatto dell'illuminazione sul territorio in termini di fotosensibilità delle piante.

Una adeguata soluzione futura per il comune potrebbe essere quella di identificare se l'area è accessibile e fruibile durante gli orari notturni ed in tal caso prevedere una illuminazione non solo di sicurezza ma che meglio valorizza la fruizione degli spazi verdi notturni. Le esigenze future di efficienza degli impianti e di qualità della luce si scontrano con quelle che hanno portato ad un utilizzo inappropriato negli anni scorsi di corpi diffondenti tipo a sfera

In linea di massima possono essere identificate le seguenti linee guida future:

Giardini/Parchi di piccole/medie dimensioni di passaggio lungo vie principali o con orari di accesso limitati solo alle ore diurne - serali: utilizzare apparecchi illuminanti schermati, con altezze massime sino a 5 metri, e sorgenti luminose tipo sodio alta pressione bassa potenza (50-70W).

Parchi di medio/grandi dimensioni, di aggregazione anche di attività ricreative ed accesso illimitato: il Piano di Illuminazione suggerisce di utilizzare apparecchi d'arredo urbano installati su palo di altezza media ( $4m < h < 6m$ ) con ottica totalmente schermata, equipaggiati con sorgenti con Resa cromatica  $Ra \geq 80$ , temperatura prossimale di colore compresa tra 3000 e 4000K ed efficienza luminosa maggiore di 80lm/W. Si suggerisce quindi in questi casi l'utilizzo di sorgenti a led con temperatura colore da  $T = 3000K$  (luce bianca calda) a  $T=4000K$ , indice di Resa Cromatica  $Ra \geq 70$  e fotometrie completamente variabili (asimmetriche, rotosimmetriche,...) o di lampade ad alogenuri metallici con bruciatore ceramico ( $Ra \geq 83$ ,  $T=3000K$ ).

Si sconsiglia in futuro per nuovi parchi pubblici di grandi dimensioni di utilizzare sistemi d'illuminazione del tipo a torre faro e sistemi d'illuminazione stradali posti su alti sostegni (12 metri) per l'elevato impatto ambientale e la notevole invasività del territorio.

La scelta progettuale deve comunque privilegiare soluzione soft, che eviti abbagliamenti e renda gradevole e sicura la permanenza e l'utilizzo del parco anche a ridosso delle ore notturne preferendo quindi l'illuminazione specifica di vialetti e di aree ricreative piuttosto che appiattita senza soluzione di continuità ed indiscriminatamente diffusa ovunque.

Evitare l'illuminazione d'accento di alberi e cespugli dal basso verso l'alto anche e soprattutto con sistemi ad incasso che ha solamente valore scenico ma è inopportuna, in quanto altera considerevolmente la fotosensibilità delle specie vegetali.



<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
TIPO APPARECCHIO	Apparecchio illuminante con caratteristiche di arredo urbano da posare su palo adatto all'illuminazione di aree verdi, aree pedonali in genere.
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica) Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico asimmetrico (lampade a scarica) Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.

<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
EFFICIENZA LUMIN.	Maggiore del 60%
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007. Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm
<b>SOSTEGNI</b>	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra 4 - 6 m.
POSA	Testapalo
<b>SORGENTI</b>	
SORGENTE	- Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K) - Lampada agli ioduri metallici a bruciatore ceramico con indice di resa cromatica Ra=83, temperatura di colore 3200K (Efficienza>90lm/W) Soluzioni Led: > Ra=70 con Temperatura di colore da 3000K a 4000K.
POTENZA	- Classe da S3-S4-S5-S6: tipo CMD 20-35W o SAP 50W - Classe da S2-S1: tipo CMD 35-70W o SAP 50-70W Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 15W ai 30W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DELI FLUSSO LUMINOSO</b>	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: Utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate e di massimizzare il fattori di utilizzazione. Con rapporti interdistanze altezze in ambiti percorsi pedonali, superiori a 5.
NORMA RIFERIMENTO	EN13201 - Classe S.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

## 6) applicazioni specifiche: impianti sportivi

Come evidenziato nel precedenti capitoli sono presenti sul territorio comunale degli impianti di ricreazione sportiva.

Il tipo d'illuminazione richiesta da tali spazi ricreativi ha sicuramente, se mal realizzata, un contributo notevole all'aumento dell'inquinamento luminoso in tutte le sue forme, bisogna adottare particolari cure ed attenzione nell'illuminazione prevedendola solo quando funzionale alle attività sportive e solo quando affettivamente necessaria.

Queste indicazioni unitamente alla variazione dell'inclinazione per quanto possibile, ed all'inserimento di appositi schermi che indirizzino il flusso luminoso sul campo sportivo sono sicuramente i primi provvedimenti da adottare per contenere il flusso luminoso all'interno dell'area a cui è funzionalmente dedicato per evitare fenomeni di fastidiosa intrusività, abbagliante e di dispersione di flusso luminoso anche verso l'alto.

<b>SCHEMA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME IMPIANTI SPORTIVI</b>	
<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
TIPO APPARECCHIO	Proiettore asimmetrico
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Fuoco lampada fisso
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica o elettromeccanica rifasata
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico fortemente asimmetrico
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007.
<b>SOSTEGNI</b>	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Dimensionati in funzione della tipologia di impianto.
<b>SORGENTI</b>	
SORGENTE	Ioduri metallici tradizionale con elevata resa cromatica adeguata alle esigenze dell'illuminazione sportiva.
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DELI FLUSSO LUMINOSO</b>	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Ottimizzazione del fattore di utilizzazione (superiore a 0.45 :- 0.5)
NORMA RIFERIMENTO	EN12193
REGOLATORI DI FLUSSO	Per grandi impianti parzializzazione del flusso a seconda del tipo di attività (allenamento o torneo).

### Illuminazione degli impianti sportivi

Per gli impianti sportivi si dovrà fare riferimento alla norma UNI EN 12193-2008, in particolare per la scelta della classe di illuminazione (tab.a) si riporta, di seguito, una guida attraverso la quale è possibile per ciascun impianto sportivo individuare la classe in funzione del livello di competizione.

L'individuazione della classe, consentirà al progettista di conoscere le caratteristiche illuminotecniche dell'impianto da realizzare per ciascuna tipologia di sport; di seguito si riportano nelle tabelle b – c – d - e, alcuni esempi per le discipline sportive più diffuse:

Livello di competizione	CLASSE DI ILLUMINAZIONE		
	I	II	III
Internazionale e Nazionale			
Regionale			
Locale			
Allenamento			
Attività sportive ricreative/scolastiche			

Tabella a : Scelta della classe di illuminazione

Area di riferimento: 36m x 18m		Numero dei punti del reticolo di calcolo: 15 x 7	
Classe	Illuminamento Orizzontale $E_{av}$	Uniformità $E_{min} / E_{av}$	Indice della resa Dei colori
I	500 Lux	0,7	60
II	300 Lux	0,7	60
III	200 Lux	0,6	20

Tabella b : Requisiti illuminotecnici per un campo da TENNIS all'aperto

Area di riferimento: 100-110m x 64-75m		Numero dei punti del reticolo di calcolo: 19-21 x 13-15	
Classe	Illuminamento Orizzontale $E_{av}$	Uniformità $E_{min} / E_{av}$	Indice della resa Dei colori
I	500 Lux	0,7	60
II	200 Lux	0,7	60
III	75 Lux	0,5	20

Tabella c : Requisiti illuminotecnici per un campo da CALCIO all'aperto

Per analogia, i requisiti illuminotecnici per un campo di calcio a 5 possono essere prelevati dalle tabelle seguenti Tab.d e Tab.e in base alle dimensioni del campo.

Area di riferimento: 28m x 15m		Numero dei punti del reticolo di calcolo: 13 x 7	
Classe	Illuminamento Orizzontale $E_{av}$	Uniformità $E_{min} / E_{av}$	Indice della resa Dei colori
I	500 Lux	0,7	60
II	200 Lux	0,7	60
III	75 Lux	0,5	20

Tabella d : Requisiti illuminotecnici per un campo da PALLACANESTRO all'aperto

Area di riferimento: 24m x 15m		Numero dei punti del reticolo di calcolo: 13 x 9	
Classe	Illuminamento Orizzontale $E_{av}$	Uniformità $E_{min}/E_{av}$	Indice della resa Dei colori
I	500 Lux	0,7	60
II	200 Lux	0,6	60
III	75 Lux	0,5	20

**Tabella e : Requisiti illuminotecnici per un campo da PALLAVOLO all'aperto**

**7) applicazioni specifiche: strade pedonali fuori centro abitato**

Le vie locali e di quartiere urbane, prevalentemente ad uso pedonale, a traffico limitato o chiuse al traffico, poste al di fuori del centro storico e culturale del comune, con obiettivi principalmente di sicurezza, devono essere realizzate con una illuminazione che permetta la percezione visiva del territorio in modo adeguato.



DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:	
APPARECCHIO	
TIPO APPARECCHIO	Apparecchio illuminante con caratteristiche di arredo urbano da posare su palo adatto all'illuminazione di aree verdi, aree pedonali in genere
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica
	Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico (lampade a scarica)
	Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole.
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.

<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
EFFICIENZA LUMIN.	Maggiore del 60%
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007. Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm
<b>SOSTEGNI</b>	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra 3-5 m.
POSA	Testapalo
<b>SORGENTI</b>	
SORGENTE	- Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K) - Lampada agli ioduri metallici a bruciatore ceramico con indice di resa cromatica Ra=83, temperatura di colore 3200K (Efficienza>90lm/W)  Soluzioni Led: > Ra=70 con Temperatura di colore 3000K.
POTENZA	- Classe da S3-S4-S5-S6: tipo CMD 20-35W o SAP 50W - Classe da S2-S1: tipo CMD 35-70W o SAP 50-70W  Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 15W ai 30W
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DELI FLUSSO LUMINOSO</b>	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: Utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate e di massimizzare il fattori di utilizzazione. Con rapporti interdistanze altezze in ambiti percorsi pedonali, superiori a 5.
NORMA RIFERIMENTO	EN13201 - Classe S.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

## 8) applicazioni specifiche: strade pedonali, centri storici

Le lanterne che mostrano soluzioni efficienti e compatibili con la L.P. 16/207 e s.m.i. sono quelle di seguito riportate e con le seguenti caratteristiche:

- ottica completamente recessa nel vano superiore;
- vetri laterali sostituiti con un vetro piano posto orizzontalmente sotto l'ottica;

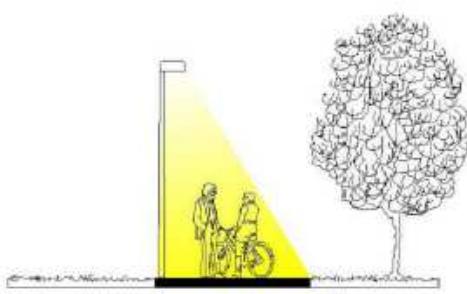


## 9) applicazioni specifiche: piste ciclabili

Nel territorio comunale risultano due piste ciclabili dotate di illuminazione pubblica.

Considerando possibili sviluppi futuri che prevedano la creazione di piste ciclabili si valuta opportuno formulare linee guida progettuali tenendo conto però che una scelta attenta dovrebbe mirare ad illuminare solo le piste ciclabili strettamente indispensabili e/o pericolose, infatti le statistiche evidenziano un impiego quasi nullo negli orari notturni con costi non trascurabili e benefici praticamente nulli per la comunità.

### SCHEMA PROGETTUALE: CONDIZIONI MINIME ILLUMINAZIONE PERCORSI CICLO-PEDONALI



DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:	
APPARECCHIO	
TIPO APPARECCHIO	Apparecchio illuminante con caratteristiche di arredo urbano da posare su palo adatto all'illuminazione di percorsi ciclo-pedonali
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica) Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico (lampade a scarica) Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole.
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II

<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
<b>EFFICIENZA LUMIN.</b>	Maggiore del 60%
<b>INQUINAMENTO LUMINOSO</b>	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007. Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm
<b>SOSTEGNI</b>	
<b>SOSTEGNI E ALTEZZA</b>	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza Nuovi: sostegni in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra 3-6 m.
<b>POSA</b>	Testapalo
<b>SORGENTI</b>	
<b>SORGENTE</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: &gt; Ra=60-65 (T= 2150K) o Ra=20-25 (T= 1950K)</li> <li>- Lampada agli ioduri metallici a bruciatore ceramico con indice di resa cromatica Ra=83, temperatura di colore 3200K (Efficienza&gt;90lm/W)</li> </ul> <p>Soluzioni Led: &gt; Ra=70 con Temperatura di colore 3000K.</p>
<b>POTENZA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Classe da S3-S4-S5-S6: tipo CMD 20-35W o SAP 50W</li> <li>- Classe da S2-S1: tipo CMD 35-70W o SAP 50-70W</li> </ul> <p>Soluzioni Led: Piastra a led o moduli per una potenza complessiva dai 15W ai 30W</p>
<b>OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DELI FLUSSO LUMINOSO</b>	
<b>OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO</b>	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: Utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate e di massimizzare il fattori di utilizzazione. Con rapporti interdistanze altezze superiori a 6-6.5.
<b>NORMA RIFERIMENTO</b>	EN13201 - Classe S.
<b>REGOLATORI DI FLUSSO</b>	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

## 10) applicazioni specifiche: parcheggi

L'illuminazione dei parcheggi deve adeguarsi alle dimensioni ed al contesto in cui sono inseriti. Per questo stesso motivo è necessario distinguere e suddividere i contesti da illuminare identificando delle linee guida univoche per ciascun contesto:

1. parcheggi lungo strade a traffico veicolare motorizzato. L'illuminazione deve integrarsi con continuità con quella della strada lungo cui è posto il parcheggio e analogamente i corpi illuminanti saranno della stessa tipologia di quelli stradali e posti sugli stessi sostegni di analoga altezza. Prevedere eventualmente l'inserimento di sbracci per compensare gli arretramenti.
2. parcheggi di piccole/medie dimensioni esterni alla carreggiata in un ambito cittadino da valorizzare: In questo caso la scelta deve ricadere su apparecchi e sostegni decorativi e di design, senza trascurare l'efficienza dell'impianto e con caratteristiche che si integrano con un contesto di valorizzazione urbana in cui si trovano. I sostegni devono aver altezze comprese da 4 e 6 metri.
3. parcheggi di piccole/medie dimensioni esterni alla carreggiata in un ambito cittadino. La scelta deve ricadere su apparecchi e sostegni utilizzati per applicazioni prettamente stradali. I sostegni devono aver altezze comprese non superiori a 8 metri per evitare fenomeni di luce intrusiva nel contesto in cui sono inseriti.
4. parcheggi di medio/grandi dimensioni urbani o extraurbani . Per impianti di medio grandi dimensioni utilizzare sistemi illuminanti posti su sostegni di altezza sino a 10-12 metri con corpi Illuminanti tipo stradale o proiettori asimmetrici disposti con vetro piano orizzontale. Per quanto possibile contenere le potenze al di sotto di 150W.
5. parcheggi di grandi dimensioni urbani o extraurbani . In parcheggi di questo tipo valutare l'opportunità di installare torri faro con proiettori asimmetrici ad elevata asimmetria trasversale per ridurre le altezze (soprattutto se in ambito urbano). Evitare comunque per quanto possibile tali tipologie illuminanti se il fattore di utilizzazione non è superiore almeno a 0.5.



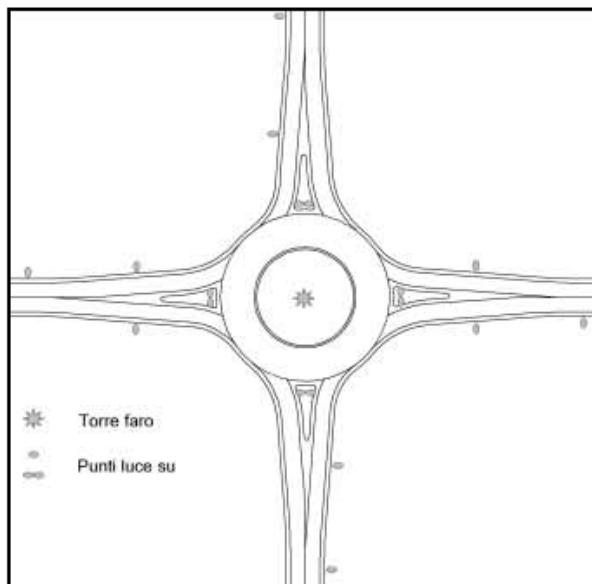
<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	
<b>APPARECCHIO</b>	
TIPO APPARECCHIO	Armatura stradale totalmente schermata o proiettore asimmetrico
MATERIALE	Pressofusione di alluminio verniciato
REGOLAZIONE	Possibilità di regolazione del fuoco lampada (lampade a scarica) Soluzioni Led: controllo elettronico con possibilità di selezionare e programmare impostazione del livello di funzionamento.
ALIMENTAZIONE	Alimentazione elettronica Soluzioni Led : provvisti di regolatore di flusso punto-punto
RIFLETTORE	Alluminio ad elevata purezza con solido fotometrico (lampade a scarica) Soluzioni Led: ottiche o schermi diffusori oppositamente studiati per garantire una riduzione dell'effetto di rifrazione e quindi un flusso luminoso confortevole.
SCHERMO DI CHIUSURA	In vetro temperato piano trasparente e installato in posizione orizzontale.
GRADO DI PROTEZIONE	IP55 minimo
CLASSE DI ISOLAMENTO	II
<b>DESCRIZIONI TECNICHE MINIME:</b>	

APPARECCHIO	
INQUINAMENTO LUMINOSO	Emissione massima sui 90° e oltre: 0,49 cd/klm come richiesto da L.P. n. 16/2007.
	Soluzioni Led: emissione sui 90° e oltre, 0 cd/klm
SOSTEGNI	
SOSTEGNI E ALTEZZA	Preesistenti: verificando la sicurezza e l'obsolescenza dell'impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza. Nuovi: sostegni tronco conici in acciaio zincato a caldo o verniciati. Altezze da terra 7-12m.
POSA	Possibilmente in posizione testapalo
SORGENTI	
SORGENTE	Lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: > Ra=60-65, temperatura di colore 2150K o Ra=20-25
	Soluzioni Led: > Ra=75 con Temperatura di colore da 4000K a 4500K (luce bianca neutra),
POTENZA	In funzione della classificazione contenendo le potenze entro i valori minimi.
OTTIMIZZAZIONE E RIDUZIONE DELI FLUSSO LUMINOSO	
OTTIMIZZAZIONE IMPIANTO	Impianti preesistenti: a parità di condizioni utilizzare le potenze minime Impianti nuovi: massimizzare il fattore di utilizzazione contenendo al minimo le potenze complessive installate
NORMA RIFERIMENTO	EN13201 - Classe S.
REGOLATORI DI FLUSSO	Obbligatori, se centralizzati accorpando più impianti possibili, o mediante sistemi punto a punto. Possibilità di regolazione del flusso punto-punto su alimentatore elettronico con numero minimo di livelli 2

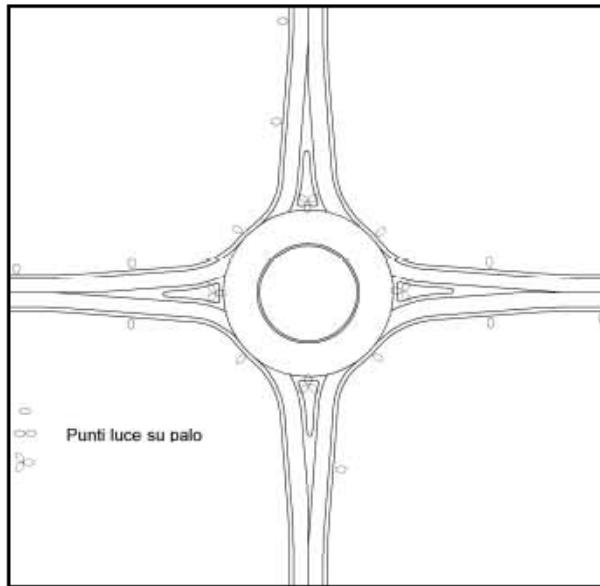
## 11) applicazioni specifiche: rotatorie

Esistono diversi tipi di illuminazione impiegabili nelle rotatorie:

1. Corpi illuminanti all'interno della rotatoria: permettono una corretta percezione dell'ostacolo. Se però non assistiti da una adeguata illuminazione di "immissione" nella rotatoria insorgono gravi problemi di percezione degli ostacoli soprattutto per effetto dell'elevato contrasto e per il fenomeno di controluce che crea rispetto agli altri sistemi. Sconsigliata in ambito urbano, soprattutto se costituita da torri faro che hanno bassi fattori di utilizzazione e alte potenze, nonché un elevato impatto ambientale e visivo; inoltre devono essere dotate – come già scritto – di adeguate vie luminose di immissione nella rotatoria.



**2. Corpi illuminanti esterni alla rotatoria:** soluzione tradizionale con corpi illuminanti posti lungo la circonferenza esterna della rotatoria. Potenze installate contenute, ma minore percezione degli ostacoli soprattutto su strade ad alta velocità.



**3. Corpi illuminati esterni alla rotatoria in controflusso:** soluzione meno nota ma molto efficace che abbatte tutti i fenomeni di abbagliamento in quanto la luce “segue” sempre l’autista che si immette, percorre ed esce dalla rotatoria, senza che mai interferire con la visione dell’autista stesso. Non sono presenti attualmente sul mercato molti prodotti di questo tipo in grado di soddisfare adeguatamente le necessità sopra espresse.

Un modo per sfruttare l’illuminazione stradale a favore di sicurezza è quello di cambiare colore delle lampade tra le diverse strade afferenti e la rotatoria: il contrasto di luce bianca - luce gialla, o viceversa, attira l’attenzione del guidatore sul fatto che davanti a lui c’è qualcosa di nuovo, di diverso, per l’appunto una rotatoria. Il tipo e la disposizione dei centri luminosi devono essere scelti in modo da garantire ai conducenti la “guida visiva”, ossia dare un’immagine immediatamente riconoscibile del percorso da seguire.

Nel caso delle rotatorie, la presenza di un illuminazione a geometria “centrale”, con torre a faro, segnala in modo efficace l’esistenza dell’intersezione e costituisce un elemento di discontinuità rispetto all’illuminazione dei bracci.

La scelta della tipologia d’impianto d’illuminazione dipende comunque dal tipo di rotatoria. In base a criteri di efficienza illuminotecnica e di vantaggio per costi di costruzione e di gestione, si può dire che lo schema migliore per rotatorie di tipo compatto è quello a impianto centrale. Nel caso di grandi rotatorie, ovvero per diametri esterni oltre i 40 m, è la disposizione perimetrale quella che risulta più vantaggiosa.

Per le rotatorie complesse, può essere preferita la disposizione centrale, che presenta il vantaggio di lasciare l’area illuminata libera, o quasi, da sostegni, e consente all’utente una visione migliore dell’intersezione e delle sue uscite. Anche il problema dell’abbagliamento è ridotto rispetto alla soluzione su pali, poiché gli apparecchi d’illuminazione sono posizionati ad un’altezza elevata (solitamente maggiore di 15 m).

Per contro questa soluzione presenta l’inconveniente di una maggiore rigidità nella disposizione dei centri luminosi che si traduce in un minore fattore di utilizzazione dell’impianto rispetto alla soluzione con punti luce su palo.

#### CONDIZIONI PROGETTUALI MINIME

**1. Apparecchi tipo:** totalmente schermato, con ottica asimmetrica (sia che trattasi di apparecchio stradale o proiettore).

**2. Sostegni Tipo:** preesistenti (verificando la sicurezza e l’obsolescenza dell’impianto elettrico in conformità alle più recenti normative tecniche e di sicurezza) oppure in caso di nuovi sostegni, o in caso di nuove installazioni, utilizzare sostegni con altezze dedicate all’applicazione da 8 a 13 metri per apparecchi tradizionali maggiori per torri faro.

**3.** Sorgente luminosa: lampada a vapori di sodio ad alta pressione con indice di resa cromatica: Ra=25, e temperatura di colore pari a 1950K. Potenze installate per singolo apparecchio le minori possibili compatibilmente con il tipo di impianto, le dimensioni della rotatoria e la classificazione della medesima.

**4.** Parametri di progetto: utilizzare i valori minimi di progetto di illuminamento previsti dalla norma EN13201 – Classe CE per la classe identificata come indicato al precedente capitolo 4 e nella tabella qui riportata.

Illuminamento orizzontale - Classe CE		
Classe	E. Medio [lx] (minimo mantenuto)	U <sub>0</sub> Emedio
CE0	50	0.4
CE1	30	0.4
CE2	20	0.4
CE3	15	0.4
CE4	10	0.4
CE5	7.5	0.4

**5.** Ottimizzazione Impianto (solo per rifacimento integrale impianto): utilizzare apparecchi che permettano di ridurre le potenze installate e rapporti interdistanze altezze minime pari a 5-6 volte.

**6.** Riduzione del Flusso: obbligatoria.

#### PROGETTO ILLUMINOTECNICO

Progetti illuminotecnici che permettono di conseguire i requisiti minimi sopra illustrati. I presenti progetti guida hanno lo scopo di illustrare i risultati minimi accettabili ai fini della conformità al Piano dell'illuminazione conseguibili in applicazioni di codesto tipo e compatibili con lo stato dell'arte.

#### Mini-rotatorie D = 20m-24m



In area urbana vengono generalmente progettate rotatorie con raggio esterno massimo di 12m, con isola centrale sormontabile.

Queste vengono classificate come minirotatorie, installate solo in area urbana, con limite di velocità di 50 Km/h, dove si ha una percentuale di mezzi pesanti ridotta (max 5%); nella loro realizzazione si dovrà prevedere un'isola centrale visibile, utilizzando vernice bianca retroriflettente e una marcatura perimetrale discontinua. In tale ambito la rotatoria si inserisce sia come intersezione a raso sia come arredo urbano, il cui scopo è di facilitare i cambi di direzione e limitare la velocità dei veicoli ma anche di valorizzare l'ambiente in cui viene installata.

Quindi non è richiesta una eccessiva illuminazione della superficie stradale ed è preferibile un impianto di illuminazione periferico che lasci libera l'area centrale per eventuali arredi urbani estetici e permettendo un'eventuale utilizzo di tale impianto anche per un percorso pedonale esterno alla rotatoria stessa, e hanno, vantaggi di manutenzione. Le piccole dimensioni della rotatoria, inoltre, suggeriscono che lasciando libera l'area centrale si facilita l'eventuale transito di mezzi pesanti.

Da un punto di vista illuminotecnico, classificando secondo EN13201 queste intersezioni di classe CE3 , un illuminamento medio compreso tra i 15lx e i 20lx .

Classe CE3							
Diametro [m]	Tipologia Impianto	Potenza [Watt]	Numero Sorgenti Luminose	H [m]	Uo	Lm [cd/m2]	E [lx]
20	Periferico	100	3	9	0,45	1,1	16
21	Periferico	100	3	9	0,40	1,0	16
22	Periferico	100	3	9	0,40	1,0	15
23	Periferico	150	3	10	0,45	1,1	18
24	Periferico	150	3	10	0,45	1,1	17

#### Rotatorie Compatte con isola centrale semi-sormontabile D = 25m – 30m



Il campo di applicazione di tali rotatorie può essere sia urbano che extraurbano.

Nel primo caso si dovranno rispettare i parametri già trattati per le minirotatorie.

Nel caso di ambito l'intersezione viene classificata di classe CE1- CE2 , comportando un illuminamento medio compreso tra i 20lx e i 30lx .

#### Ambito Extraurbano

Si sottolinea che a parità di Uniformità di luminanza e di potenza impiegata, l'impianto periferico richiede altezze delle sorgenti luminose più basse e presentano un illuminamento inferiore rispetto ad una illuminazione centrale.

Altezze minori delle sorgenti aumentano la possibilità che la sorgente stessa rientri in tale campo visivo anche in prossimità della rotatoria, elevando il rischio di abbagliamento.

L'impianto centrale è più economico.

Classe CE2							
Diametro [m]	Tipologia Impianto	Potenza [Watt]	Numero Sorgenti Luminose	H [m]	Uo	Lm [cd/m2]	E [lx]
25	Centrale	250	3	12	0,45	1,5	24
26	Centrale	250	3	12	0,40	1,5	22
27	Centrale	250	3	12	0,40	1,5	22
28	Centrale	250	3	12	0,40	1,5	22
29	Centrale	250	4	13	0,50	1,5	25
30	Centrale	250	4	12	0,45	1,5	23
Classe CE1							
Diametro [m]	Tipologia Impianto	Potenza [Watt]	Numero Sorgenti Luminose	H [m]	Uo	Lm [cd/m2]	E [lx]
25	Centrale	250	4	11	0,47	2,1	35
26	Centrale	250	4	11	0,40	2,1	33
27	Centrale	250	4	10	0,40	2,0	33
28	Centrale	400	3	14	0,47	2,1	35
29	Centrale	400	3	13	0,47	2,0	35
30	Centrale	400	3	11	0,40	2,0	34

### Rotatorie Compatte con isola centrale non sormontabile D = 31m-38 m

Considerando un installazione in zona extraurbana, osservando le stesse normative dei casi precedenti, l'intersezione viene ancora classificata di classe CE1- CE2; si cercano dunque soluzioni che garantiscono un illuminamento medio compreso tra i 20lx e i 30lx.

Valgono anche in questo caso le considerazioni fatte per le rotatorie di diametro compreso tra i 25m e i 30m; si osserva infatti che un impianto periferico necessita di altezze minori per avere la medesima luminanza media.

Le installazioni ottimali anche da un punto di vista economico sono:

Classe CE2-CE1							
Diametro [m]	Tipologia Impianto	Potenza [Watt]	Numero Sorgenti Luminose	H [m]	Uo	Lm [cd/m2]	E [lx]
31	C	400	3	11	0,40	1,5	37
32	C	400	4	14	0,63	1,6	43
33	C	400	4	12	0,60	1,6	41
34	C	400	4	12	0,56	1,6	41
35	C	400	4	11	0,53	1,5	37
36	C	400	4	11	0,53	1,5	36
37	P	400	4	13	0,47	1,5	32
38	P	400	4	12	0,47	1,5	32

### 12) illuminazione residenziale e impianti privati

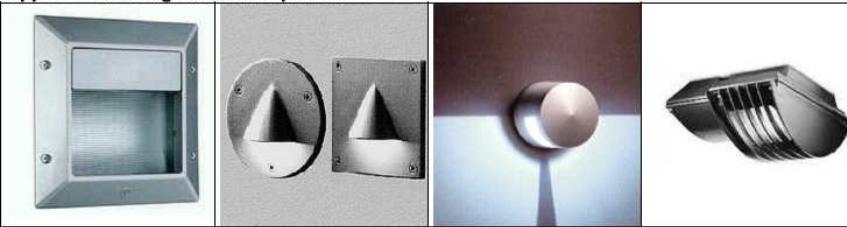
L'illuminazione residenziale è quella che sfugge maggiormente al controllo ed alla verifica.

Per quanto riguarda un maggiore controllo di tale illuminazione si invita ad adottare integrazioni al regolamento edilizio.

In ambiti di modesta entità quasi sempre è sufficiente la dichiarazione di conformità dell'installatore in quanto gli impianti residenziali possono quasi sempre essere fatti rientrare nelle deroghe dal progetto illuminotecnico.

Segue una breve carrellata di prodotti preferibili rispetto agli attuali diffusi apparecchi a globo, e fortemente consigliati in ambito residenziale suddivisi per tipologia di applicazione (nella esatta posizione di installazione sempre con corpo orizzontale rivolto verso il basso), ricordando che in limitati ambiti residenziali è possibile utilizzare apparecchi illuminanti che possono emettere luce verso l'alto che non riporteremo in queste pagine in quanto ne esistono a centinaia e non potremmo essere esaustivi.

**Apparecchi di segnalazione a parete:**



*– Apparecchi con emissione nulla verso l'alto per installazione a parete volumetrici e di segnalazione*