



COMUNE DI PENTONE

INTERVENTI DI EFFICIENTAMENTO DELLE RETI DI ILLUMINAZIONE PUBBLICA POR CALABRIA FESR-FSE 2014-2020

ASSE 4 - EFFICIENZA ENERGETICA E MOBILITÀ SOSTENIBILE

Obiettivo specifico 4.1 "Riduzione dei consumi energetici negli edifici e nelle strutture pubbliche o ad uso pubblico e integrazione di fonti rinnovabili" - Azione 4.1.3" Adozione di soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di illuminazione pubblica, promuovendo installazioni di sistemi automatici di regolazione (sensori di luminosità, sistemi di telecontrollo e di telegestione energetica della rete)"

PROGETTO ESECUTIVO

(Decreto Lgs. 50/2016)

Elaborato

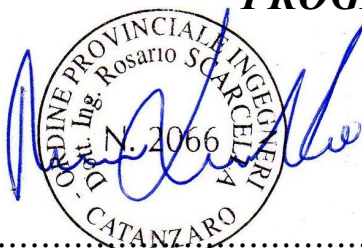
RELAZIONE TECNICA

TAV 01

Data

01 Ottobre 2018

PROGETTISTI: ATP - SCARCELLA-CAVUR



(ing. Rosario SCARCELLA)



(arch. Cristopher CAVUR)



SCARCELLA Dott. Rosario
Ingegnere Elettrico

Via Sanzio, 71 - 75100 Matera (MT)
P.IVA 02546340791 - Tel.: Cell. 347/9439984
e_mail: elettroproject@yahoo.it



CAVUR Arch. Cristopher
Studio di Architettura e Ingegneria Edile
via Milano, 8 - 88100 Catanzaro (CZ)
P.Iva 03305340790 -
Tel.Fax.: 0961.541080 - Cell.:320 61 84 230
e_mail: studiocavur@libero.it

RUP:

SINDACO:

.....
(Ing. Rodolfo ANACREONTE)

.....
(Michele MERANTE)

Sommario

INTRODUZIONE.....	2
IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE - INTERVENTO DI RISPARMIO ENERGETICO	3
FINALITÀ.....	4
CLASSIFICAZIONE ED AREE DI INTERESSE.....	5
CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE	6
REQUISITI ILLUMINOTECNICI STRADALI E CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE NELLA PROGETTAZIONE	8
FLUSSO LUMINOSO DISPERSO NELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA.....	11
TECNOLOGIA LED.....	12
CARATTERISTICHE ILLUMINOTECNICHE DELLE LAMPADE A LED	13
APPARECCHI A LED PER L'ILLUMINAZIONE STRADALE	18
RISPARMIO ENERGETICO	19
IMPATTO AMBIENTALE.....	20
INQUINAMENTO LUMINOSO	21
CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE LAMPADE LED	21
QUALITÀ DELLA LUCE.....	23
DURATA.....	23
MANUTENZIONE.....	26
FATTIBILITÀ'.....	28
INTERVENTO DI EVOLUZIONE TECNOLOGICA, INSTALLAZIONE COLONNINA PER RICARICA AUTO ELETTRICA	30

INTRODUZIONE

La seguente relazione integra e descrive i lavori da realizzarsi previsti dal progetto esecutivo che intende aderire al POR CALABRIA FESR-FSE 2014-2020 - **ASSE 4 – EFFICIENZA ENERGETICA E MOBILITÀ SOSTENIBILE** - Obiettivo specifico 4.1 “Riduzione dei consumi energetici negli edifici e nelle strutture pubbliche o ad uso pubblico e integrazione di fonti rinnovabili” ed Azione 4.1.3” Adozione di soluzioni tecnologiche per la riduzione dei consumi energetici delle reti di illuminazione pubblica, promuovendo installazioni di sistemi automatici di regolazione (sensori di luminosità, sistemi di telecontrollo e di telegestione energetica della rete)” per il Comune di Pentone.

La progettazione riguarda lavori concernenti un ***intervento di risparmio energetico*** costituito da:

- sostituzione di 288 apparecchi di illuminazione esistenti con nuovi basati esclusivamente su tecnologia LED;
- ammodernamento per mezzo di sostituzione di 500 metri di cavo aereo che attualmente versa in stato di degrado;

lavori concernenti un ***intervento di evoluzione tecnologica*** costituito da:

- installazione di colonnina per ricarica auto elettriche;

IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE - INTERVENTO DI RISPARMIO ENERGETICO

L'impianto progettato ha la finalità di sostituire gli attuali organi illuminanti con più efficienti e nuovi sistemi di illuminazione con tecnologia LED. L'illuminazione pubblica è sotto molteplici aspetti parte integrante della gestione amministrativa del territorio: migliora la sicurezza della viabilità, specialmente per gli utenti più deboli del traffico (pedoni e cittadini residenti), promuove lo sviluppo economico, aumenta infine il comfort abitativo ed ambientale. Il presente lavoro ha affrontato il tema dell'ammodernamento e sostituzione degli impianti dell'illuminazione pubblica come uno strumento di supporto nell'ambito della gestione del territorio e della pianificazione degli interventi di riqualificazione energetica cui gli amministratori locali, per istituzione, sono chiamati a compiere. Particolare attenzione è stata riservata all'integrazione tra programmazione del territorio attraverso nuovi impianti di illuminazione pubblica e la progettazione di interventi di riqualificazione anche alla luce degli impianti già esistenti. L'illuminazione pubblica, rappresenta per un'amministrazione locale una voce di spesa sempre più pesante da sostenere, causata sia dall'aumento dei costi energetici in rialzo (legati al caro petrolio) che dalla crescita delle utenze, nel lavoro di progettazione si è cercato di interpretare la funzione dell'illuminazione stradale, capire i problemi gestionali che essa pone e massimizzare i benefici. Il risparmio energetico, infatti, è "la prima fonte di energia alternativa e rappresenta senza dubbio il mezzo più rapido, efficace ed efficiente in termini di costi, per ridurre le emissioni di gas ad effetto serra", così si esprime la Commissione Europea nel documento "Fare di più con meno - Libro Verde sull'efficienza energetica" del 2005, e costituisce una tappa importante per lo sviluppo di una politica energetica dell'Unione Europea. Analizzando il tema in ambito nazionale, un'iniziativa volta all'efficienza energetica dà un contributo significativo alla riduzione della nostra dipendenza energetica da altri paesi, in un contesto di prezzi instabili dei combustibili e tendenti, com'è successo in questi ultimi anni, sempre più a crescere. Il primo passo in politica di risparmio energetico, e quindi applicabile al campo della pubblica illuminazione, è il contenimento degli sprechi energetici. L'Europa, che consuma almeno il 20% dell'energia che utilizza a causa della scarsa efficienza di apparecchi e impianti, si è posta l'obiettivo di ridurre queste perdite entro il 2020, adottando un "Piano d'azione sull'efficienza energetica", unitamente a quanto previsto nel presente Avviso, funzionale

al raggiungimento degli obiettivi europei e nazionali in materia di efficienza energetica e di riduzione del 20% dei consumi energetici finali al 2020 ed, in particolare, dei target assegnati alla Regione Calabria dal D.M. 15 marzo 2012, cosiddetto Decreto "*burden sharing*". Il Piano, che mira a eliminare dal mercato i prodotti che consumano troppo e a informare i cittadini su quelli più efficienti, introduce norme minime di rendimento energetico per apparecchiature e impianti e prevede un'ulteriore diffusione dei sistemi di etichettatura energetica e di incentivazione economica. Il settore dell'illuminazione pubblica è un punto di partenza ideale per una politica di risparmio energetico perché la qualità del servizio è immediatamente "visibile" ai cittadini e può contribuire in modo concreto a migliorare la sostenibilità ambientale del nostro stile di vita.

FINALITÀ

Il servizio di pubblica illuminazione svolge un ruolo essenziale per la vita cittadina dato che persegue le seguenti importanti funzionalità:

- ***Garantire la visibilità nelle ore buie***, dando la migliore fruibilità sia delle infrastrutture che degli spazi urbani secondo i criteri di destinazione urbanistica. Sulle 8.760 ore annue in Italia ve ne sono in media circa 4.200 che sono considerate "notturne" con diverse necessità di luce artificiale, che è fornita dagli impianti di illuminazione pubblica.

- ***Garantire la sicurezza per il traffico veicolare al fine di evitare incidenti, perdita di informazioni sul tragitto e sulla segnaletica in genere***: per assicurare i valori di illuminamento minimi di sicurezza sulle strade con traffico veicolare e misto veicolare-pedonale, a tal proposito sono state emanate apposite norme che fissano i livelli di luminanza e di illuminamento in funzione della classificazione dell'area da illuminare.

- ***Conferire un maggiore "senso" di sicurezza fisica e psicologica alle persone***: da sempre, l'illuminazione pubblica ha avuto la funzione di "vedere" e di "farsi vedere" e pertanto di acquisire un maggior senso di sicurezza che oggi è inteso come un deterrente alle aggressioni nonché da ausilio per le forze di pubblica sicurezza. Questi obiettivi primari devono essere ottenuti cercando non solo di minimizzare i consumi energetici, ma anche contenendo il più possibile il flusso "disperso", concausa dell'inquinamento luminoso, dell'invasività della luce

e dell'impatto sull'ambiente dell'intervento, sia integrando formalmente gli impianti con il territorio in cui sono inseriti, sia con la scelta di materiali contestuali all'ambiente, ottimizzando i costi di esercizio e di manutenzione. Pianificare quindi un intervento per migliorare l'efficienza energetica nel campo dell'illuminazione pubblica non comporta solo la messa in gioco di considerazioni tecniche ed economiche: *in primis* è necessario rispettare la normativa in materia di sicurezza stradale e quindi considerare le necessità dovute alla pubblica sicurezza. Dopo aver adempiuto tali obblighi è necessario rivolgere i propri sforzi all'ottimizzazione dei costi di esercizio e manutenzione dell'impianto e al contenimento del flusso luminoso "disperso". Come detto, si può facilmente comprendere come le variabili in gioco valutate per un'adeguata illuminazione pubblica siano molte, in funzione sia delle caratteristiche ambientali e delle necessità e peculiarità dell'area da illuminare, che delle caratteristiche degli impianti già esistenti.

CLASSIFICAZIONE ED AREE DI INTERESSE

Una prima valutazione preliminare al progetto è stata quella di individuare, alla luce della normativa nazionale e locale in quale tipologia le aree oggetto dell'intervento rientrassero. Una prima classificazione in principali macro-aree di intervento sulle quali un ente locale è tenuto ad intervenire si differenziano per caratteristiche ed esigenze come da tabella di seguito riportata. Si è quindi optato per un'area di tipo A+B.

Tabella 1 - Classificazione delle aree di intervento

TIPO	CLASSIFICAZIONE	CARATTERISTICHE	ESIGENZE
A	Strade ad esclusivo o prevalente traffico veicolare	- Velocità notevoli - Lunghezze notevoli - Difficoltà di manutenzione	- Sicurezza stradale - Elevata affidabilità - Elevata efficienza
B	Aree in contesto urbano con traffico misto (veicolare + ciclo-pedonale)	- Presenza di persone - Presenza di attività commerciali e luoghi di aggregazione - Impianti inseriti in contesti urbani, molte volte pregevoli per arte e storia	- Sicurezza percepita - Ottima resa cromatica - Comfort visivo - Ottimo inserimento formale degli impianti
C	Grandi aree (piazze, parcheggi, piazzali, eccetera) con traffico misto	- Superfici notevoli - Limitazione nel posizionamento dei punti luce	- Elevata efficienza - Flessibilità delle possibilità di installazione e delle ottiche disponibili

CLASSIFICAZIONE DELLE STRADE

La classificazione delle strade avviene in sintonia e con riferimento a quanto riportato nei provvedimenti di legge elencati di seguito.

- *Decreto Legislativo 30/04/1992, n. 285 – “Nuovo codice della strada”, pubblicato sulla “Gazzetta Ufficiale - Serie generale” n. 114 del 18 maggio 1992 (Supplemento ordinario n. 74);*
- *Comunicato Ministeriale LL.PP. del 12/04/1995 – “Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico”, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale – Serie generale n. 146 del 24 giugno 1995 (Suppl. ordinario n. 77). Ministero dei Lavori Pubblici in attuazione dell’art.36 del D.Lgs. 30 aprile 1992, n.285;*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 5/11/2001 n. 6792 – “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale – Serie Generale del 04/01/2002 n. 3 (Suppl. Ordinario n. 5);*
- *Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 22/04/2004 “Modifica del decreto 5 novembre 2001, n. 6792, recante “Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade”, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale 25/06/2004 n. 147;*

- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 19/04/2006 - "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle intersezioni stradali ", pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale - Serie Generale n. 170 del 24/07/2006.

Ai fini dell'applicazione delle norme previste dal DLgs n.285 (Nuovo Codice della Strada) con il termine "strada" viene definita l'area ad uso pubblico destinata alla circolazione dei pedoni, dei veicoli e degli animali. Le strade, sempre secondo il Codice della Strada, sono classificate, riguardo alle loro caratteristiche costruttive, tecniche e funzionali, nei seguenti tipi.

A - Autostrade;

B - Strade extraurbane principali;

C - Strade extraurbane secondarie;

D - Strade urbane di scorrimento;

E - Strade urbane di quartiere;

F - Strade locali.

In seguito, con provvedimento del 12 aprile 1995, il Ministero LLPP introduce la classificazione di altri tipi di strade che si possono trovare in ambito urbano, con funzioni e caratteristiche intermedie rispetto ai tipi precedentemente indicati, quali:

- **strade di scorrimento veloce**, intermedie tra le autostrade e le strade di scorrimento;
- **strade interquartiere**, intermedie tra quelle di scorrimento e quelle di quartiere;
- **strade locali interzonali**, intermedie tra quelle di quartiere e quelle locali, quest'ultime anche con funzioni di servizio rispetto alle strade di quartiere.

REQUISITI ILLUMINOTECNICI STRADALI E CATEGORIE ILLUMINOTECNICHE NELLA PROGETTAZIONE

Sulla scorta di quanto fin ora detto in riferimento alla normativa nazionale si è proceduto ad individuare i requisiti illuminotecnici che l'impianto di illuminazione deve avere, e per far ciò si fatto riferimento alle Norme UNI 11248 aggiornata al Novembre 2016 ed alla UNI EN 13201-2 aggiornata nel Febbraio 2016 e pubblicata a Giugno 2016, che recepisce la norma EN 13201-2 – Road Lighting – Part 2: Performance requirements, definisce, per mezzo di requisiti fotometrici, le classi di illuminazione delle strade indirizzate alle esigenze di visione degli utenti e ne considera gli aspetti ambientali. Per tali classi la norma stabilisce pertanto i requisiti (in termini di luminanze, illuminamenti, abbagliamento, illuminazione circostante) che il progettista illuminotecnico deve rispettare per le diverse tipologie viarie. Va comunque ricordato che il bando non prevedeva l'avventuale spostamento dei punti luce al fine di garantire il rispetto delle norme sopraccitate, il che ha obbligato gli scriventi ed effettuare i calcoli nelle condizioni peggiori e più cautelative. Per l'individuazione delle classi di illuminazione e quindi la scelta dei requisiti illuminotecnici da far rispettare, si è ricorso alla norma UNI 11248. Questa norma individua in particolare le prestazioni illuminotecniche degli impianti di illuminazione atte a contribuire, per quanto di pertinenza, alla sicurezza degli utenti delle strade. Fornisce le linee guida per determinare le condizioni di illuminazione in una data zona della strada, identificate e definite in modo esaustivo, nella UNI EN 13201-2, mediante l'indicazione di una categoria illuminotecnica. Definisce anche per tutte le tipologie specifici parametri di riferimento e di analisi. La UNI-11248 introduce tre differenti livelli di categorie illuminotecniche:

1. la **categoria di riferimento**, definita in base alla classificazione delle strade secondo il Codice della Strada;
2. la **categoria di progetto**, ottenuta da quella di riferimento valutando dei parametri di influenza, che si ritengono costanti durante la vita dell'impianto o per i quali si considera la situazione peggiore;
3. una o più **categorie di esercizio** con requisiti prestazionali pari o inferiori a quelle di progetto,

ottenute valutando parametri di influenza variabili (ad esempio il flusso di traffico). La categoria di esercizio descrive la condizione di illuminazione prodotta da un dato impianto in uno specifico istante della sua vita o in una definita e prevista condizione operativa.

All'atto pratico il processo di classificazione è partito con l'individuazione della categoria illuminotecnica di riferimento, come conseguenza della classificazione della strada secondo la legislazione in vigore. A questa prima classificazione si è applicata quella che è definita come "l'analisi dei rischi", ovvero una valutazione di tutta quelle caratteristiche specifiche dell'ambiente che portano ad individuare la categoria illuminotecnica di progetto. Questa analisi è consistita nella valutazione dei parametri di influenza al fine di individuare la categoria illuminotecnica che garantisce la massima efficacia del contributo degli impianti di illuminazione alla sicurezza degli utenti della strada in condizioni notturne, minimizzando al contempo i consumi energetici, i costi di installazione e di gestione e l'impatto ambientale. Al termine di questa analisi, si sono ricavate le sotto-categorie illuminotecniche di esercizio legate al variare dei flussi di traffico, rispetto alle quali è stata poi eseguire la progettazione illuminotecnica vera e propria. Le categorie illuminotecniche di riferimento, per i vari tipi di strade classificate secondo la legislazione vigente, scelte per individuare i parametri di progettazione del presente lavoro sono di seguito riportate con l'evidenziazione delle scelte fatte. Vengono presentate di seguito alcune tabelle riprese dalla Norma Norme UNI 11248 ed EN 13201-2 utilizzate per la scelta della categoria stradale ed i conseguenti calcoli illuminotecnici.

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

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

1) Secondo il Decreto Ministeriale 5 novembre 2001 N° 6792^[10].

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

3) Vedere punto 6.3.

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

Le strade oggetto della progettazione sono quindi state classificate come M3, il che impone dei parametri minimi da rispettare nei calcoli illuminotecnici di seguito riportati:

prospetto 1 **Categorie illuminotecniche M**

Categoria	Luminanza del manto stradale della carreggiata in condizioni di manto stradale asciutto e bagnato			Abbagliamento debilitante	Illuminazione di contiguità	
	Asciutto		Bagnato			Asciutto
	\bar{L} [minima mantenuta] $cd \times m^2$	U_o [minima]	$U_l^{a)}$ [minima]	$U_{om}^{b)}$ [minima]	$f_{T1}^{c)}$ [massima] %	$R_{E1}^{d)}$ [minima]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,40	0,15	20	0,30

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

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

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

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

FLUSSO LUMINOSO DISPERSO NELL'ILLUMINAZIONE PUBBLICA

Nella progettazione dell'illuminazione esterna un aspetto importante di cui si è tenuto conto con attente valutazioni preliminari, anche a favore dell'efficienza energetica è rappresentato dalla riduzione del flusso luminoso disperso. A tal riguardo la norma UNI 10819 detta i requisiti che gli impianti di illuminazione devono avere per il contenimento della dispersione verso l'alto del flusso luminoso proveniente da sorgenti di luce artificiale. In quest'ultimo decennio numerose regioni si sono dotate di leggi per la limitazione del flusso disperso e per il risparmio energetico nell'illuminazione esterna sia per i nuovi impianti che, in alcuni casi, per gli impianti esistenti, in **Calabria** però ad oggi non risulta allo scrivente alcuna legge in vigore sull'argomento. Vi è solo una **proposta di legge** d'iniziativa del consigliere

Franchino che introduce “Misure urgenti per il contenimento dell’inquinamento luminoso ed il risparmio energetico”, provvedimento che punta anche al “miglioramento dell’efficienza degli impianti e della loro manutenzione con l’ottimizzazione dei costi; alla riduzione dell’affaticamento visivo ed al miglioramento della sicurezza per la circolazione stradale; ed infine, alla tutela delle attività di ricerca scientifica e divulgativa degli osservatori astronomici ed astrofisici ed alla conservazione e la tutela degli equilibri ecologici”. Il contenimento del flusso disperso può essere attuato, sia minimizzando le intensità luminose emesse per angoli dell’apparecchi illuminanti superiori a 90° rispetto la verticale, sia riducendo quelle riflesse dal manto stradale e dalle altre superfici investite dalla luce artificiale. La norma UNI 10819, per la limitazione del flusso disperso, classifica i vari tipi di impianto di illuminazione esterna secondo l’elenco indicato alla Tabella 7 e ne fissa i requisiti di riferimento.

Tabella 7 - Classificazione degli impianti di illuminazione (secondo UNI-10819:1999)

TIPO	DEFINIZIONE degli impianti di illuminazione
A	Impianti in cui la sicurezza è prioritaria (illuminazione pubblica di strade, aree a verde pubblico, aree a rischio, eccetera)
B	Impianti sportivi, impianti di centri commerciali e ricreativi, impianti di giardini e parchi privati
C	Impianti di interesse ambientale e monumentale
D	Impianti pubblicitari realizzati con apparecchi illuminanti
E	Impianti a carattere temporaneo e ornamentale

TECNOLOGIA LED

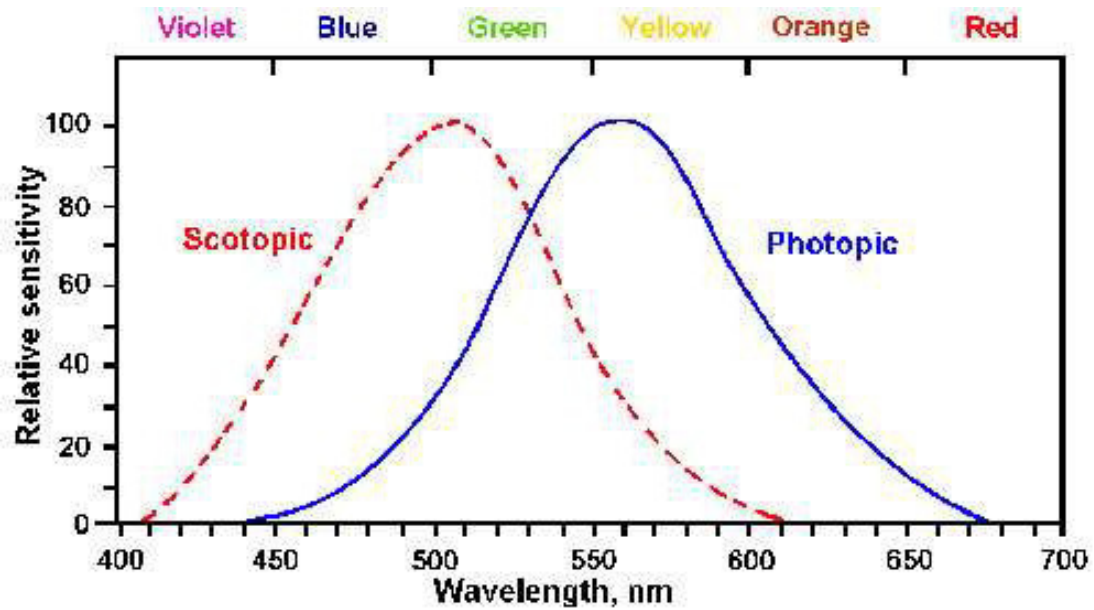
In breve la tecnologia di illuminazione a LED sostituirà completamente l’attuale tecnologia che utilizza lampade a scarica nei gas, con una rivoluzione nel processo di illuminazione abitativo/industriale e di illuminazione stradale paragonabile al passaggio dalla lampada a gas alla lampada Edison, avvenuto alla fine dell’ottocento. I vantaggi della tecnologia LED sono infatti tali e tanti da determinare una svolta epocale. Tale tecnologia (implementata da **Hewlett Packard** oltre 40 anni fa ed utilizzata sinora nelle stampanti) ha infatti di recente subito una

radicale crescita grazie ai risultati della ricerca scientifica. Tali risultati hanno portato alla realizzazione di sorgenti luminose LED di dimensioni contenute ma ad elevatissima densità di potenza ed emissione luminosa (attualmente già pari a 120 Lumen per Led). La peculiarità che tuttavia più contraddistingue questa tecnologia di illuminazione agli occhi dei non addetti ai lavori è legata al fatto che le sorgenti **LED** non generano luce bianca, ma ottengono il “bianco” attraverso la sintesi additiva dei tre colori fondamentali. Ciò consente di ottenere una migliore qualità di illuminazione, potendosi generare qualsiasi colore desiderato attraverso l’opportuno dosaggio delle tre fonti primarie di colore. Ciò consente la realizzazione di effetti cromatici di notevole impatto visivo, impensabili con le odierne tecnologie d’illuminazione.

CARATTERISTICHE ILLUMINOTECNICHE DELLE LAMPADE A LED

I nuovi standard **IESNA/ANSI** definiscono un metodo per la progettazione di strade ed ambienti esterni basato sulla visibilità oggettiva percepita piuttosto che semplicemente sulla quantità di luce emessa da un corpo illuminante. Oltre a questo, vanno considerati ulteriori fattori quali la distribuzione spettrale delle sorgenti emettitrici che risulta essere un fattore determinante nella visione notturna, incrementando la sicurezza senza la necessità di aumentare l’illuminamento con conseguente diminuzione della potenza installata.

Quando l’intensità della radiazione diventa particolarmente debole, il massimo della sensibilità dell’occhio si ha per una sorgente monocromatica di lunghezza d’onda pari a 507 nm (colore verde-blu), passando dalla **visione fotopica** (in condizioni diurne) a quella di **visione scotopica** (condizione notturna):



La sensibilità dell'occhio alla luce gialla e rossa è fortemente ridotta, mentre la risposta alla luce blu è fortemente incrementata. Chiaramente se i valori di targa della lampada sono stati determinati usando la caratteristica fotopica, ma le condizioni di utilizzo sono scotopiche (come nella maggioranza dei casi di illuminazione notturna), i valori di targa non daranno una accurata indicazione dell'effettivo ammontare di luce prodotta. L'esatto ammontare di luce prodotta si ottiene moltiplicando l'energia misurata ad ogni lunghezza d'onda per la curva di sensibilità dell'occhio e sommandone i risultati. In condizioni di illuminazione notturna le lampade a LED garantiscono un risparmio, rispetto alle lampade ai vapori di sodio ad alta pressione, variabile da un 26% ad un 59%. Il vantaggio è molto più alto paragonandosi alle lampade ad incandescenza ed alogene (solitamente più utilizzate in ambienti interni) arrivando fino al 350%. Quindi tenendo conto delle informazioni sopra riportate, il quantitativo di luce misurato tramite luxmetro va moltiplicato per un coefficiente pari a (condizione di illuminamento fino a 0,6cd/m²):

Low pressure sodium	0,25
High pressure sodium(HPS) 250 W clear	0,63
HPS 400 W clear	0,66
HPS 400 w coated	0,66
Mercury vapor (Mv) 175 W coated	1,08
MV 400 W clear	1,33
Incandescent	1,36
Halogen headlamp	1,43
Fluorescent Cool White	1,48
Metal halide (MH) 400 W coated	1,49
MH 175 W clear	1,51
MH 400 W clear	1,57
MH headlamp	1,61
Fluorescent 5000 K	1,97
White LED 4300 K	2,04
Fluorescent 6500 K	2,19

Il colore non è solo una caratteristica dell'oggetto illuminato ma la risultanza della percezione della luce, che può variare da soggetto a soggetto, da osservatore a osservatore.

Più propriamente il colore è dato dall'interazione tra diversi fattori:

- La composizione spettrale della luce emessa dalla sorgente;
- I fattori di riflessione o di trasmissione, per singole onde elettromagnetiche, delle superfici illuminate;
- La facoltà del soggetto di elaborare percettivamente i segnali luminosi ricevuti dall'ambiente circostante, sia quelli contenuti nel campo visivo, sia quelli memorizzati e contestualizzati.

Per ottenere una valutazione oggettiva della proprietà di resa del colore di una sorgente

luminosa si utilizza l'indice Ra, il quale assume il valore 100 se la sorgente di cui intendiamo stimare la resa cromatica produce lo stesso effetto della sorgente luminosa di riferimento. Maggiore è la differenza di resa del colore rispetto alla sorgente luminosa di riferimento, minore è il valore dell'indice **RA**. Malgrado le diverse distribuzioni spettrali l'indice **RA** serve inoltre come una ulteriore misura della bontà della luce di una sorgente luminosa. Le lampade a LED hanno un indice $Ra > 70$, avendo nella luce tutte le componenti di colore in un rapporto equilibrato al contrario di quelle ai vapori di sodio caratterizzate da un basso indice di resa cromatica tra le lampade a LED $Ra > 70$ e quella ai vapori di sodio **Ra=45**(rispettivamente sulla destra e sulla sinistra):



Uno dei maggiori punti di forza di questa classe di lampade è la possibilità di direzionare il flusso luminoso in maniera tale da illuminare al meglio le superfici e ridurre al minimo **l'inquinamento luminoso**; ciò consente di abbassare il flusso totale emesso dalla lampada con conseguente diminuzione della potenza installata mantenendo alta la luminanza sulla superficie. Ulteriore vantaggio della collimabilità del fascio luminoso è un maggiore penetrazione della luce attraverso pioggia fitta o nebbia, non a causa del colore della luce ma grazie alla composizione geometrica della lampada costituita da una matrice di punti luminosi con ottiche indipendenti che rende queste lampade molto più efficienti in presenza di cattive condizioni atmosferiche. Gli apparecchi per illuminazione stradale devono soddisfare requisiti molto stringenti sia dal punto di vista fotometrico sia da quello costruttivo. Il flusso luminoso deve essere indirizzato con precisione nelle direzioni ottimali per la visibilità sulla strada e deve invece essere schermato nelle direzioni che possono procurare fastidio ai

conducenti. Le normative impongono valori di luminanza tali da garantire un buon discernimento degli ostacoli e al contempo una uniformità dell'illuminazione. La luminanza è una grandezza vettoriale che esprime la densità con cui un'intensità luminosa viene emessa da una superficie e per questo motivo rappresenta in maniera adeguata la sensazione visiva prodotta da una sorgente luminosa sull'occhio umano (ad esempio una sorgente che emette una certa intensità da una superficie molto piccola produce sull'occhio una sensazione molto più forte di una sorgente analoga ma con una superficie molto più ampia). Questa grandezza si distingue dall'illuminamento visto sopra perché non definisce la componente "reale" di luce che arriva a terra, ma piuttosto una componente "soggettiva" che appare all'osservatore in funzione dell'angolo dal quale sta osservando l'oggetto: in questo modo è possibile calcolare la densità di luce emessa da una superficie e che raggiunge l'osservatore con un certo angolo di visuale. Inoltre per le applicazioni stradali è particolarmente calzante, in quanto riferita alla luminosità del manto stradale e come questa viene percepita dagli automobilisti. Spesso viene valutata non tanto la luminanza in sé, quanto il rapporto fra questa e la luminanza degli oggetti vicini o dello sfondo. Anche nell'illuminazione stradale si tende ad ottenere una buona visibilità degli ostacoli aumentando il contrasto di luminanza fra il manto stradale e gli ostacoli stessi, cercando di rendere massima la luminanza del manto stradale nella direzione di vista prevalente di un osservatore (che si trova compresa in un angolo molto ristretto, da $-1,5^\circ$ a $0,5^\circ$ rispetto all'orizzonte). Per ottenere un adeguato livello di luminanza in questa direzione, si devono privilegiare le direzioni di incidenza della luce molto radenti, capaci di generare verso il conducente una luminanza elevata grazie alla riflessione del manto stradale e in particolare alla sua componente speculare.

APPARECCHI A LED PER L'ILLUMINAZIONE STRADALE

Spesso gli apparecchi tradizionali prevedono una certa possibilità di modificare le caratteristiche di emissione grazie a diverse posizioni di montaggio della lampada rispetto al riflettore, alle quali corrispondono **solidi fotometrici** con caratteristiche diverse: lo spostamento verticale da luogo a solidi fotometrici più o meno aperti in senso longitudinale rispetto alla strada, mentre lo spostamento orizzontale dà luogo a solidi più o meno asimmetrici in senso trasversale. Ovviamente questa possibilità resta preclusa ad un apparecchio a LED, per i quali i produttori devono prevedere tanti modelli diversi per ogni curva fotometrica desiderata (e che quindi sono vincolati all'installazione prevista dal progetto illuminotecnico, senza poter essere spostati in situazioni differenti). Questo limite incide in maniera pesante sulle possibilità di prefabbricazione delle componenti e quindi sui costi. Per ovviare a questo inconveniente e garantire al tempo stesso un'ottima resa i produttori di apparecchi a LED adottano le seguenti strategie:

- 1 la prima soluzione consiste nel predisporre una piastra di LED in cui ognuno di questi abbia una diversa inclinazione, che possa portare ad un "mosaico" ottimale a terra; questa soluzione consente di sfruttare al massimo le potenzialità dei LED, senza ridurre l'intensità con lenti correttive, ma ovviamente è molto dispendiosa, in quanto ogni piastra deve essere un pezzo unico appositamente sagomato con diverse inclinazioni all'interno. Inoltre ogni diversa configurazione dell'ottica va pensata come un nuovo "pezzo" unico da mettere in produzione, con ricadute economiche notevoli poiché è possibile serializzare solo un discreto numero di configurazioni



2 la seconda soluzione, più economica, consiste nel predisporre diverse file di LED su una piastra "standard" orizzontale e successivamente applicare a questi differenti micro-lenti, che hanno il compito di diffondere la luce in modo appropriato; il prezzo contenuto è dovuto alla grande flessibilità data dall'utilizzo di diverse lenti applicate su una piastra di base comune a tutti i modelli (questo consente una grande standardizzazione dei pezzi). Lo scotto che si paga è quello di una riduzione del flusso luminoso, dovuta all'applicazione di lenti sopra ogni LED.



RISPARMIO ENERGETICO

I LED utilizzati hanno emissione superiori a 100 lumen e possono portare notevoli risparmi energetici, se confrontate con sorgenti tradizionali:

- Nelle lampade a scarica con alto indice di resa cromatica ($Ra > 60$) il risparmio energetico arriva fino al 30-40% in quanto tali sorgenti hanno emissioni, in termini di Lumen/W, inferiori.
- Nelle Lampade a scarica con basso indice di resa cromatica ($Ra < 30$), il risparmio energetico può superare il 55%. Nel comparare un sistema di illuminazione a LED ad uno tradizionale occorre considerare i lumen per watt effettivi di un apparecchio e non i lumen iniziali della sorgente. I lumen per watt effettivi di un qualsiasi prodotto di illuminazione dipendono da diversi fattori, quali le perdite dell'alimentazione, le perdite dovute al controllo ottico e quelle legate alla temperatura. In un qualsiasi apparecchio a scarica queste perdite dimezzano, di fatto, l'efficacia iniziale (in lumen per watt) della sorgente al sodio o a ioduri metallici. Diversamente i prodotti LED, riducendo al minimo queste perdite, superano in efficacia qualsiasi tecnologia tradizionale. In conclusione, in tema di risparmio energetico, i vantaggi della tecnologia a LED, rispetto alle tradizionali lampade a scarica, sono i seguenti:
- Efficienza luminosa elevata e ridotti consumi, grazie alle ampie possibilità di collimazione;
- A parità di illuminamento, con la tecnologia LED si ha un risparmio energetico superiore al 50%;

- Massima sicurezza elettrica (alimentazione in bassa tensione c.c.) ed elevatissime velocità di accensione (100 nanosecondi) e di regolazione luminosa in dimmeraggio, con possibilità di parzializzare il consumo a seconda delle esigenze. Inoltre questi corpi illuminanti possono prevedere un controllo elettronico a distanza che informa sui consumi in tempo reale.

IMPATTO AMBIENTALE

Le apparecchiature a LED presentano diversi vantaggi dal punto di vista dell'impatto ambientale:

- Assenza di sostanze tossico/nocive nei componenti quali gas/vapori di mercurio, sodio, ecc.) fattore che influisce positivamente sullo smaltimento delle sorgenti luminose esauste, rispetto le tradizionali lampade a scarica.

- Assenza di emissione di radiazione termica ed ultravioletta: nessun danno mutageno sia alle persone che alla pigmentazione monumentale e artistica illuminata. Inoltre, fattore da non trascurare, proprio a causa dell'assenza di queste emissioni, i diodi led non attirano insetti.

- Le lampade a LED, impiegando una potenza elettrica di circa il 40-50% inferiore rispetto ad una lampada tradizionale, contribuiscono alla riduzione delle emissioni di anidride carbonica nell'atmosfera.

INQUINAMENTO LUMINOSO

Il fenomeno comunemente indicato col termine “inquinamento luminoso”, in realtà dovrebbe venir chiamato “**dispersione del flusso luminoso verso l’alto**”. Per quanto non sia dannoso, si tratta di un fenomeno che può essere fastidioso, in particolare in vicinanza degli osservatori astronomici, oltre che a limitare fortemente la quantità di luce utile che raggiunge il piano illuminato. Si cerca pertanto di ridurlo al minimo riducendo le intensità luminose emesse per angoli superiori a 90° rispetto alla verticale. In realtà questo accorgimento non è comunque sufficiente, in quanto (soprattutto in ambito urbano) gran parte del flusso luminoso verso l’alto è dovuto alla riflessione del manto stradale e dalle altre superfici investite dalla luce.

CARATTERISTICHE COSTRUTTIVE DELLE LAMPADE LED

Le sorgenti a LED come ogni altra sorgente luminosa, necessitano di ottiche o lenti affinché il fascio luminoso sia direzionato evitando le emissioni del flusso verso l’alto; dunque le ottiche impiegate nelle lampade a LED evitano fenomeni di inquinamento luminoso, rendendo tutti i prodotti cut-off. Queste caratteristiche costruttive consentono di rispettare le Leggi Regionali e Nazionali contro l’inquinamento luminoso. Allo stesso tempo, le ottiche impiegate direzionano il fascio luminoso in modo tale da ottenere distribuzioni fotometriche, non soltanto idonee all’illuminazione, ma in molti casi addirittura migliorative rispetto alle ottiche tradizionali. Ogni singolo LED viene equipaggiato con un rifrattore a contatto diretto che ne modella il fascio, ottimizzando la prestazione e ottenendo distribuzioni luminosi incredibilmente precise. Questo sistema di lenti ha rendimenti ottici che vanno dall’80% al 95% valore nettamente superiori rispetto ai sistemi ottici utilizzati per le lampade a scarica. L’applicazione della lente direttamente sulla sorgente luminosa oltre ad aumentare il rendimento ottico del prodotto evita che esistano componenti del fascio luminoso che non possono essere gestite.

Di fatto con questo sistema si direziona il 100% del flusso emesso dalla sorgente. Questo non può avvenire nel caso di apparecchi che utilizzano lampade a scarica in quanto l'emissione omnidirezionale del flusso luminoso genera una componente diretta non influenzata da riflettore ottico con conseguente limitazione dell'efficienza ottica. Per consentire una appropriata gestione termica degli apparecchi a LED, ciascuna stringa di LED è montata su un apposito dissipatore di calore che permette ai diodi di lavorare sempre alla temperatura ideale. L'eccezionale rendimento ottico e la migliore gestione termica, si uniscono a un driver di pilotaggio dei LED sviluppato espressamente per ottenere efficienza e durata elevatissime. L'alimentazione dei LED avviene in corrente continua attraverso un convertitore elettronico, dispositivo che agisce da stabilizzatore di tensione e fa sì che il circuito interno che alimenta i diodi non sia sensibile agli sbalzi o alle variazioni di tensione dell'impianto. I driver utilizzati hanno una protezione sulla sovratemperatura che salvaguarda la vita del prodotto nel suo complesso. Un altro aspetto fondamentale è rappresentato dal fatto che la sorgente luminosa è costituita da più stringhe indipendenti di LED, ognuna collegata alla linea di alimentazione mediante un trasformatore elettronico ad alto rendimento. Qualora dovesse danneggiarsi un LED di una delle stringhe costituenti la lampada, o un alimentatore, (eventi comunque molto rari), tale stringa si spegne, mentre le restanti stringhe dell'apparecchiatura invece, essendo indipendenti tra loro, continuano a funzionare. Dunque il danneggiamento di una stringa (dovuto al mal funzionamento di un LED o dell'alimentatore), non pregiudica il funzionamento dell'apparecchiatura, ma ne causa solo la riduzione dell'intensità luminosa. Le lampade tradizionali, essendo omnidirezionali, diffondono la luce in tutte le direzioni ed è necessario dotare l'armatura di parabola per recuperarne metà: l'efficienza luminosa finale è il 50% di quella emessa. Il LED, al contrario, è direzionale per costruzione ed emette un fascio luminoso definito, a 90 gradi, da 90 lumen/watt(alimentazione a 350mA) e quindi riduce al minimo l'inquinamento luminoso. Il LED può essere interfacciato con delle ottiche secondarie per restringere il fascio luminoso.

QUALITA' DELLA LUCE

La luce emessa dalle lampade al sodio è gialla, non corrispondente al picco della sensibilità dell'occhio umano: i colori non sono riprodotti fedelmente ed è quindi necessaria più luce per garantire una visione sicura. Le lampade a LED invece, emettono luce bianca fredda, che permette di raggiungere una illuminazione sicura per gli utenti della strada (abbassa i tempi di reazione all'imprevisto), con minor consumo di energia. La luce bianca attraversa molto meglio la nebbia, rendendo i veicoli più visibili . Inoltre i LED aumentano anche la qualità delle immagini catturate dalle telecamere di sicurezza. L'idea di legare la tecnologia LED all'illuminazione stradale deriva anche dalle ultime scoperte scientifiche in campo percettivo: gli studi sulla visibilità con luce bianca si basano sul fatto che a seconda della luminanza utilizziamo o meno tutti gli apparati percettivi del nostro occhio. I risultati indicano che sono da preferire le sorgenti luminose con spettro prevalente nella banda del blu come i LED, senza richiedere elevati valori di luminanza. Le lampade al sodio ad alta pressione presentano uno spettro centrato nella banda del rosso, molto al di fuori del picco di sensibilità dell'occhio umano. Si può quindi affermare che con le lampade al sodio occorre aumentare la potenza luminosa del 50% per garantire una visione sicura. L'indice di resa colorimetrica (Ra) indica la fedeltà di riproduzione dei colori in una scala da 1 a 100: vale 20 per le lampade a vapori di sodio , 65 per le lampade a vapori di mercurio e 80 per lampade a LED.

DURATA

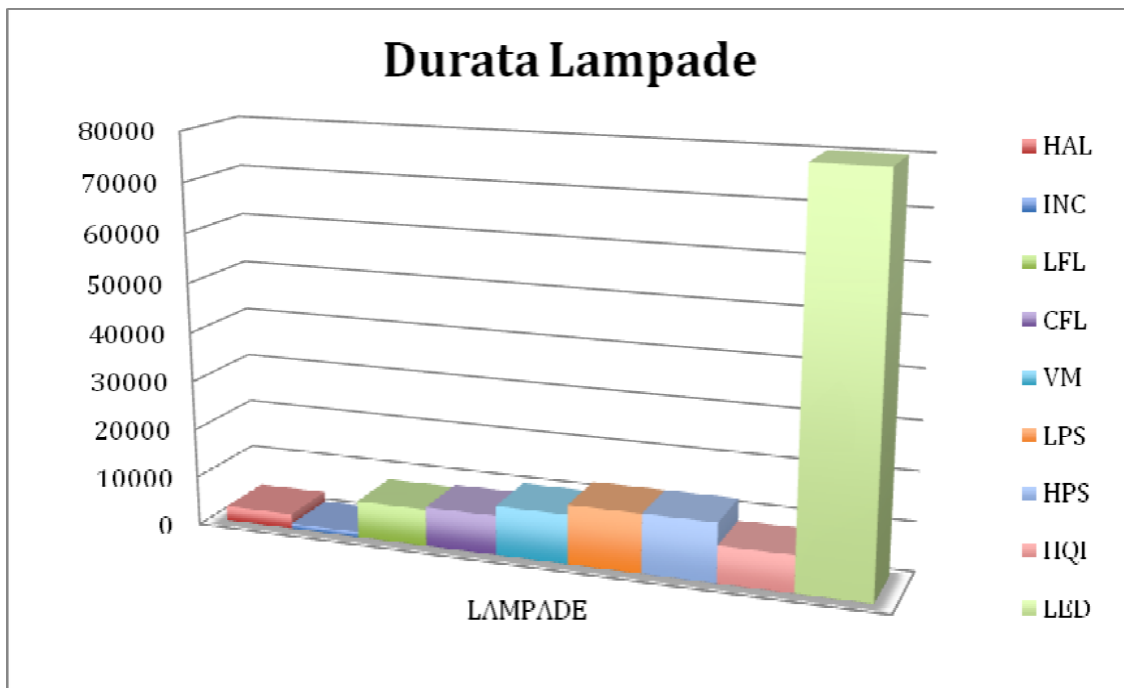
Un'appropriata gestione termica degli apparecchi a LED è la chiave per la loro durata. La durata di un apparecchio a LED dipende fondamentalmente dalla temperatura di giunzione del chip LED e la vita è calcolata non a completo spegnimento del prodotto, ma al raggiungimento di un decadimento del flusso emesso pari al 30%(standard internazionale LM 80). Le prestazioni di una lampada di qualsiasi tipo(ad alogenuri metallici, a vapori di sodio, a vapori di mercurio, a LED, ecc.) decadono nel tempo per effetto di alcuni meccanismi fisici di invecchiamento .

Il decadimento in genere riguarda sia un calo dell'intensità emessa che la modifica dello spettro di emissione. Sui cataloghi sono spesso reperibili dati sulla durata delle lampade, che, grazie allo sviluppo delle tecnologie, negli ultimi anni si è andata allungando soprattutto per alcuni tipi di lampade. Questo dato viene determinato dal produttore seguendo normative ben definite, che tuttavia possono essere ben diverse dalle reali condizioni di esercizio in cui una lampada viene utilizzata. Normalmente quella che viene indicata nei cataloghi europei è la cosiddetta vita media della lampada, che viene definita come il numero di ore di funzionamento dopo il quale il 50% delle lampade di un congruo e rappresentativo lotto, funzionante in condizioni stabilite, si spegne. La vita media di una sorgente indica per quanto tempo mediamente una lampada può fornire luce prima di rompersi. È una grandezza che viene quindi calcolata in maniera statistica, tramite test di laboratorio compiuti su una serie di lampade dello stesso tipo. Si tratta di una grandezza che dipende criticamente dalla tensione che viene applicata alla lampada. Un altro modo di rappresentare la vita media è di fornire un grafico che rappresenta la percentuale di lampade ancora funzionanti in funzione del tempo. Occorre però considerare che il flusso luminoso di tutte le lampade tende a decadere gradualmente nel tempo. Il mantenimento del flusso luminoso definisce la quantità di emissione luminosa delle lampade durante il loro funzionamento (in numero di ore). Anche questo dato varia da lampada a lampada. Questa informazione viene fornita dai costruttori assieme anche al valore del decadimento del flusso luminoso, misurato dopo 10 ore di funzionamento, nel caso delle lampade a incandescenza, o dopo 100 ore nel caso delle lampade a scarica; per le lampade a LED, invece si ha un decadimento del flusso luminoso del 30% del valore nominale dopo 50.000-60.000 ore di funzionamento, a seconda della temperatura di giunzione del LED. Il decadimento del flusso luminoso è generalmente rappresentato da un grafico che presenta il flusso luminoso emesso da una lampada in funzione del tempo di accensione. Il metodo per definire la vita della lampada è quello chiamato vita economica, che definisce il numero di ore di funzionamento dopo il quale, per effetto combinato del decadimento del flusso luminoso e della mortalità della sorgente, il flusso residuo scende all'80% del valore iniziale.

In particolare , nella scelta delle lampade per apparecchi di illuminazione, la velocità di decadimento del flusso luminoso e la durata utile sono fattori estremamente importanti da considerare. Mote delle più sofisticate lampade moderne offrono una vita utile estremamente lunga unita ad una efficienza eccezionalmente elevata. Infatti per le lampade a LED questi sono i punti di maggior forza. In definitiva, le lampade a LED possono costare di più al momento dell'acquisto, ma la spesa aggiuntiva è rapidamente compensata dal risparmio sui costi dell'energia e dai lunghi intervalli di sostituzione. Nel grafico seguente sono indicate le curve di decadimento del flusso di tutte le lampade. Si nota facilmente come le lampade a LED siano nettamente superiori in termini di durata; infatti si stima che la vita utile di una lampada a LED sia compresa tra 50.000-60.000 ore di funzionamento, ma in realtà, in questo arco di tempo le lampade non si esauriscono, bensì hanno un decadimento del flusso del 30%, rispetto la prima accensione. Infatti le lampade a LED si esauriscono completamente solo dopo 10.000 ore di funzionamento. Ad esempio , l'indice di caduta del flusso luminoso dei LED nelle prime 5000 ore aumenta leggermente. Le lampade al sodio, invece dopo 12000 ore presentano una riduzione del flusso fino al 50%.

Tipo lampada	Sigla	Durata(h)	Ra	TCC(K)	η (lm/W)	Pff(W)	Gruppo alimentatore	Decadimento del flusso luminoso
Incandescente	INC	1000	100	2700	16	20-200	NO	12%
Alogena	HAL	3000	100	3000	20	20-500	NO	12%
Fluorescente lineare	LFL	7500	85-95	2700-5400	83-104	18-58	Esterno	30%
Fluorescente	CFL	8000	82	2700-	40-80	5-55	Esterno incorporato	30%
Vapori di mercurio	VM	10000	50	3000-4200	36-60	50-1000	Esterno	45%
Sodio Bassa pressione	LPS	12000	5	1800	100-170	35-180	Esterno	10%
Sodio alta pressione	HPS	12000	25-80	2000-2500	70-130	35-1000	Esterno	30%
Ioduri metallici	HQI	7500	81-95	3000-6000	64-107	23-3500	Esterno	40%
LED	LED	80000	75-80	2700-10000	70-90	1-300	Esterno incorporato	30%

**Al termine della vita media*



MANUTENZIONE

Una cattiva manutenzione può portare, dopo un periodo di tempo variabile da caso a caso, anche al 50% di riduzione del flusso luminoso disponibile ad impianto nuovo. Un semplice metodo per stabilire il programma di manutenzioni periodiche è quello di misurare ad intervalli di tempo prestabiliti i livelli di illuminamento in un certo numero di punti delle strade, e di procedere con la sostituzione delle lampade quando gli illuminamenti si sono ad esempio ridotti al 50% dei valori massimi. In realtà la sostituzione delle lampade avviene, nella maggior parte dei casi, quando cessano di funzionare. Questo metodo richiede interventi non programmati e frequenti; l'impiego di personale e mezzi può risultare inutilmente oneroso. È ragionevole solo per impianti di piccole dimensioni dove la manutenzione non comporta intralcio alle attività e alla circolazione stradale. Nel caso di impianti di grandi dimensioni con una forte utilizzazione annua è più vantaggioso prevedere la sostituzione programmata di un

intero lotto di lampade ad intervalli di tempo calcolati in base alla vita media dichiarata per la sorgente e alle sue ore di funzionamento giornaliero. Per tale motivo, la manutenzione degli apparecchi di illuminazione è di fondamentale importanza perché permette di conservare efficiente l'impianto mantenendo i livelli di illuminamento adeguati ai vari compiti visivi, cui è stato progettato. I fattori che influiscono sulle perdite di flusso luminoso utile sono principalmente la polvere che si deposita sugli apparecchi e sulle lampade, oltre alla diminuzione con il tempo dell'efficienza delle lampade stesse, soprattutto per le lampade tradizionali. La manutenzione è strettamente correlata alla durata di tutti gli apparati elettronici interni al corpo lampada: infatti, in condizioni ottimali di funzionamento (temperatura di 20°C), l'apparato può avere un tempo di vita utile superiore alle 50.000 ore. In definitiva possiamo considerare che le apparecchiature a LED, rispetto a quelle tradizionali, nell'arco di tempo della loro vita utile (circa 10-12 anni) hanno un costo di manutenzione quasi nulla e di conseguenza nessun costo relativo ai materiali di consumo. I costi di manutenzione di un impianto di illuminazione a LED sono stimati nell'ordine di un decimo rispetto agli impianti tradizionali in uso. I sistemi a LED hanno un costo iniziale maggiore rispetto alle soluzioni tradizionali.

Considerando però la maggiore durata, il risparmio energetico e la manutenzione quasi assente, si ha un risparmio netto dal **50% all'80%** sull'intero impianto. Per ogni impianto può essere effettuato uno studio nel quale si calcola il tempo di rientro dell'investimento relativo sia all'acquisto delle lampade a LED rispetto a quelle tradizionali, sia all'ammontare del risparmio netto annuale dell'impianto. In conclusione, le lampade tradizionali, per qualità della luce, consumo energetico, impatto ambientale, efficacia della proiezione e inquinamento luminoso, risultano essere inferiori alle lampade LED.

FATTIBILITA'

Realizzare un impianto di illuminazione significa creare le migliori condizioni di confort, efficienza e sicurezza per i destinatari di uno spazio dove si svolge una attività visiva impiegando una certa quantità di luce artificiale. Il raggiungimento di questi obiettivi deve seguire il progetto illuminotecnico che partendo dall'analisi degli oggetti da illuminare e dei luoghi nei quali si trovano, ed effettuando valutazioni di ordine normativo, economico, energetico, ambientale ed estetico vada a determinare tipo, numero e posizione degli apparecchi di illuminazione e delle lampade da installare per ottenere l'effetto desiderato. Per quanto riguarda la progettazione illuminotecnica di aree a e ambienti stradali è comunque possibile definire alcuni elementi caratteristici del progetto:

- Livelli di illuminamento e di luminanza
- Uniformità degli illuminamenti
- Limiti dei valori di abbagliamento
- Colore della luce
- Limitazione dell'inquinamento luminoso
- Efficienza luminosa
- Integrazione dell'impianto con l'ambiente circostante
- Economia generale dell'impianto

I valori di questi parametri progettuali sono reperibili nelle normative illuminotecniche, nelle leggi o nelle raccomandazioni di riferimento oppure derivano da valutazioni economiche o di impatto ambientale. Gli apparecchi di illuminazione vengono scelti in base alla capacità di assolvere alle funzioni elettrica, fotometrica e meccanica. La scelta della sorgente luminosa va effettuata secondo i seguenti parametri:

- Potenza
- Efficienza luminosa
- Vita media e deprezzamento
- Posizione di funzionamento
- Resa e temperatura del colore
- Facilità di manutenzione

La scelta degli apparecchi di illuminazione permette di completare la progettazione di un impianto consentendo una valutazione di massima dell'impegno economico del committente per la messa in opera dell'impianto che oltre agli apparecchi tiene conto dei costi di:

- Installazione
- Gestione
- Manutenzione

Per consentire alle persone lo svolgimento efficace ed accurato dei compiti visivi dovrebbe essere fornita una illuminazione adeguata ed appropriata. Il livello di visibilità e di comfort richiesti nella maggior parte dei posti di lavoro dipendono dal tipo e dalla durata dell'attività. In riferimento alle specifiche normative per l'illuminazione stradale, in particolare secondo la UNI EN 12464-1, bisogna individuare i requisiti relativi agli impianti di illuminazione in termini di quantità e qualità della luce, differenziati per zone, compiti e attività. Alla luce di quanto fin ora detto per riassumere i criteri ed i riferimenti normativi che hanno assistito ed indirizzato il progettista nelle valutazioni preliminari necessarie, la scelta delle soluzioni tecniche e dei prodotti da utilizzarsi nel lavoro in oggetto sono le seguenti:

- lampade con tecnologia LED
- resa e temperatura di colore
- riduzione notturna del flusso luminoso per mezzo della "mezzanotte virtuale"

INTERVENTO DI EVOLUZIONE TECNOLOGICA, INSTALLAZIONE COLONNINA PER RICARICA AUTO ELETTRICA

La colonnina di ricarica per veicoli elettrici o altrimenti definita stazione di ricarica per veicoli elettrici è un distributore di energia elettrica tramite il quale è possibile ricaricare un veicolo elettrico: auto, moto, bici. Queste stazioni di ricarica sono realizzate dai vari costruttori nelle forme più svariate, possono essere a parete, a palo, a colonna o portatili e disporre, in funzione delle esigenze richieste, di diverse possibilità di autorizzazione, attualmente il metodo più usato è rappresentato dall'utilizzo di card RFID. In base al settore d'utilizzo, le colonnine di ricarica devono soddisfare esigenze diverse. Generalmente possono essere suddivise in due categorie principali: colonnine di ricarica per il settore privato e semipubblico e colonnine di ricarica per il settore pubblico. Le colonnine di ricarica per il settore pubblico sono installate da fornitori di energia e gestori di rete, i campi di impiego per questo settore sono: le strade pubbliche, i parcheggi pubblici situati presso gli aeroporti e le stazioni ferroviarie.