

Piano della luce di Cles



C l e s L i g h t P l a n



Stato di fatto

Ottobre 2013

Controllo e verifica

Progettazione integrata

Priorità e pianificazione

Energy saving

Riqualificazione del centro storico

Piano della luce di Cles



C l e s L i g h t P l a n



il giusto equilibrio tra il giorno e la notte

ing. Diego Bonata

Via Meucci, 17 – 24053 Brignano Gera d’Adda (Bg)

Tel./Fax. 0363-814385 – cell.339-3073273

<http://astrolightstudio.eu>

bonata@tiscali.it – diego.bonata@ingpec.eu



PARTE 2

CONTROLLO E VERIFICA REQUISITI DI LEGGE

ORIENTAMENTO

UFFICI TECNICI

Verifica e controllo dei progetti illuminotecnici

OBIETTIVI

- 1- Per l'Ufficio Tecnico Comunale: definire le linee guida per la verifica e il controllo dei progetti illuminotecnici che gli vengono sottoposti per l'approvazione.
- 2- Per i progettisti incaricati dal Comune o per i privati: definire le linee guida operative per l'applicazione della legge sul territorio comunale.
- 3- Riferimenti bibliografici e normativi.

INDICE

QUADRO DI SINTESI	- 4 -
1 – INTRODUZIONE ALLA L.P. 16/07 e s.m.i.	- 5 -
a. Testi di legge di riferimento	- 5 -
b. Soluzione conforme e soluzione calcolata	- 5 -
2 – LINEE GUIDA PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE	- 6 -
2.1- INTRODUZIONE ALL'APPLICAZIONE DELLA L.P. 16/07	- 6 -
a. Ambito di applicazione ed approvazione	- 6 -
b. Progettista illuminotecnico	- 7 -
c. Progetto illuminotecnico: contenuti e caratteristiche.....	- 7 -
d. Progetto illuminotecnico: verifica e controllo	- 10 -
e. Conformità installazione	- 12 -
2.2- DEFINIZIONI E AMBITI APPLICATIVI	- 13 -
2.3- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO DIRETTO	- 15 -
a. Intensità luminosa massima	- 15 -
b. Conformità degli apparecchi	- 16 -
d. Tipologia degli impianti d'illuminazione	- 19 -
2.4- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRETTO	- 22 -
a. Applicazioni stradali	- 22 -
b. Altre applicazioni.....	- 23 -
2.5- SORGENTI LUMINOSE EFFICIENTI	- 25 -
a. Tipologie	- 25 -
b. Eliminazione sorgenti luminose a elevato impatto ambientale	- 25 -
2.6- OTTIMIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI	- 27 -
b. <i>Easy Light - Save the Sky</i> e verifica della conformità alla L.P. 16/07 e s.m.i.	- 28 -
c. Ambiti di applicazione non stradale	- 29 -



2.7 - SISTEMI PER LA RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	- 30 -
a. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso: tipologie e differenze	- 30 -
b. Quando utilizzare tali sistemi	- 30 -
c. Consigli per la scelta del prodotto	- 30 -
2.8- CRITERI TECNICI INTEGRATIVI PER IMPIANTI SPECIFICI	- 32 -
a. Grandi Aree	- 32 -
c. Impianti sportivi	- 32 -
e. Monumenti ed edifici	- 34 -
f. Insegne prive di illuminazione propria	- 35 -
g. Effetto della nebbia nella visione notturna con luce artificiale	- 36 -
2.9 - CRITERI TECNICI IMPIANTI IN DEROGA AL PROGETTO ILLUMINOTECNICO	- 39 -
a. Impianti in deroga all'autorizzazione	- 39 -
2.10 – APPARECCHI ILLUMINANTI CRITICI O INEFFICIENTI O A LED	- 40 -
1- Apparecchi a luce indiretta	- 40 -
2- Apparecchi inefficienti a vetro curvo	- 42 -
3- Incassi a terra	- 44 -
4- Apparecchi a led da impiegarsi nell'illuminazione funzionale	- 46 -
ALLEGATO 2	- 56 -
INTEGRAZIONE DEL REGOLAMENTO EDILIZIO (Allegato 2a)	- 57 -
DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA L.P. 16/07 - DICHIARAZIONE DI PROGETTO A REGOLA D'ARTE (allegato 2b)	- 58 -
DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ INSTALLAZIONE alla L.P. 16/07 (allegato 2c)	- 59 -
DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PRODOTTO alla L.P. 16/07 (allegato 2d)	- 60 -
Modulo: Verifica e controllo conformità del progetto alla L.p. 16/07 (allegato 2e1)	- 61 -



QUADRO DI SINTESI

LINEE GUIDA PER IL RISPETTO DELLA L.P. 16/07

1. Verifica e controllo della conformità alla L.P. 16/07 del progetto illuminotecnico

INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO

PROGETTO ILLUMINOTECNICO – Tutti gli impianti d'illuminazione **devono** essere progettati, e i progetti illuminotecnici devono essere sottoposti per l'approvazione all'amministrazione comunale.

I progetti illuminotecnici devono contenere **obbligatoriamente** quanto specificato nel Capitolo 1 e devono essere realizzati da professionisti aventi le competenze e caratteristiche indicate nel Capitolo 1.

VERIFICA E CONTROLLO – L'Ufficio Tecnico Comunale per la verifica ed il controllo del progetto illuminotecnico deve operare, al fine di gestire l'intero processo di realizzazione dell'impianto, come indicato al capitolo 1, avvalendosi del "Modulo esemplificato di verifica di conformità di un progetto illuminotecnico" (allegato 2e).

Sono allegati a questa PARTE 2 del PRIC i seguenti moduli:

- a- Integrazione del regolamento edilizio;
- b- Conformità progettazione;
- c- Conformità installazione;
- d- Conformità dei corpi illuminanti;
- e- Modulo di verifica di conformità di un progetto illuminotecnico

2. Linee guida per l'applicazione L.P. 16/07 e s.m.i.

INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI

LINEE GUIDA APPLICAZIONE E RISPETTO DELLA L.P. 16/07 – Nel capitolo 2 sono riportati i cinque criteri fondamentali della Legge regionale con le spiegazioni per la sua corretta interpretazione e applicazione.

APPARECCHI ILLUMINANTI CRITICI, INEFFICIENTI O A LED – Nel capitolo 2.10 sono trattate quattro tipologie di apparecchi/installazioni **vietate**, fortemente sconsigliate o da usare limitatamente:

- apparecchi a luce indiretta;
- apparecchi a vetro curvo inefficienti;
- incassi a terra;
- apparecchi a led.

Si invita ad attuare quanto prescritto nel capitolo 2.10

CENSIMENTO: In generale tutti i dati relativi nel censimento dei corpi illuminanti sono raccolti nell'allegato 1 - PARTE 1 del Piano Regolatore di Illuminazione Comunale (Censimento disponibile solo nella versione multimediale del piano).



1 – INTRODUZIONE ALLA L.P. 16/07 e s.m.i.

a. Testi di legge di riferimento

Una particolare attenzione deve essere riservata alla L.p. 16/07 in quanto distribuita su diversi documenti.

31 ottobre 2007: Entrata in vigore della legge provinciale 3 ottobre 2007, n. 16 “Risparmio energetico e inquinamento luminoso”

30 dicembre 2009: Approvazione testo di regolamento e piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265

30 marzo 2010: Pubblicazione sul B.U. n. 13/I-II del decreto del Presidente della Provincia 20 gennaio 2010, n. 2-34/Leg. - Regolamento di attuazione della l.p. 16/2007

14 aprile 2010 Entrata in vigore del decreto del Presidente della Provincia 20 gennaio 2010, n. 2-34/Leg. - Regolamento di attuazione della l.p. 16/2007 (con rettifica sul B.U. n. 16/I-II del 20/04/10) e, contestualmente, del Piano provinciale di intervento per la prevenzione e la riduzione dell’IL

13 giugno 2010: Decorrenza applicazione delle sanzioni di cui all’articolo 6 della L.p. 16/07

Entro 14 aprile 2012: Approvazione piani comunali (o sovracomunali) di intervento 30 dicembre 2009

b. Soluzione conforme e soluzione calcolata

La l.p. n.16/2007, all’art. 4 (Piano provinciale di intervento per la prevenzione e la riduzione dell'inquinamento luminoso), propone alcune linee guida che si possono così riassumere:

- a) utilizzo di fonti luminose rivolte verso il basso che presentano un'intensità luminosa non superiore a 0,49 candele per 1.000 lumen, per angoli α maggiori o uguali a 90 gradi;
- b) livelli di luminanza o illuminamento conformi all'indice illuminotecnico, nei limiti dei valori previsti dalle norme vigenti;
- c) utilizzo di lampade ad alta efficienza;
- d) limitazione temporale dell'illuminazione di strutture pubbliche o di interesse pubblico all'effettiva necessità;
- e) divieto di utilizzo di fari o fasci luminosi, fissi o semoventi, rivolti verso l'alto, fatti salvi motivi di interesse pubblico o casi previsti da norme vigenti.

Gli impianti che rispettano tali requisiti costituiscono pertanto una “soluzione conforme” alla legge. Tali impianti verranno meglio descritti nei successivi paragrafi.



Gli impianti che in termini di limitazione dei consumi energetici e di inquinamento luminoso ottengono risultati uguali o migliori rispetto alla “soluzione conforme” sono ammessi, ma dovranno dimostrare tali risultati mediante una “soluzione calcolata”.

La soluzione calcolata verrà impiegata solamente per la valutazione degli impianti esistenti ed obsoleti

Tale scelta è motivata da numerose considerazioni di natura pratica e tecnica che non è oggetto del piano approfondire ma che l’esperienza del professionista scrivente, basata su oltre 60 pinai della luce realizzati in tutta Italia ed alcune decine di progetti di riqualificazione integrale di comuni, ci porta ad affermare che nel 95-98% dei casi la soluzione conforme è sempre la scelta migliore non solo in termini di contenimento dell’inquinamento luminoso e di risparmio energetico ma in merito a qualità della luce perché contiene maggiormente gli abbagliamenti e migliora il confort visivo.

2 – LINEE GUIDA PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE

2.1- INTRODUZIONE ALL'APPLICAZIONE DELLA L.P. 16/07

a. Ambito di applicazione ed approvazione

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 - V) Prescrizioni generali, comma 1).

1) Tutti i nuovi impianti di illuminazione esterna, pubblici o privati, e gli adeguamenti o rifacimenti di impianti di illuminazione esterna esistenti, che interessano il territorio provinciale, eccetto quelli previsti nel punto VIII, devono essere realizzati in conformità alle disposizioni della l.p. n.16/2007 e del presente Piano provinciale, mediante redazione del progetto illuminotecnico secondo quanto previsto dall'Allegato A (Soluzione conforme) o dall'Allegato B (Soluzione calcolata) e rispettando i limiti riportati nell'Allegato D (Normative e parametri di riferimento).

Gli impianti autorizzati ai sensi degli articoli 2 e 4 del regolamento di attuazione della l.p. n.16/2007 dovranno essere obbligatoriamente corredati di progetto elettrico redatto da un professionista abilitato ai sensi della normativa vigente.

Requisiti dei progetti:

Su tutto il territorio regionale tutti i nuovi impianti d'illuminazione pubblici e privati anche a scopo pubblicitario (ad esclusione di quelli di modesta entità) devono essere autorizzati dal Sindaco del Comune di competenza o dagli organi competenti che ne fanno le veci all'interno del Comune stesso. L'atto di approvazione si compie con l'approvazione del progetto illuminotecnico.



b. Progettista illuminotecnico

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 - IV) Soggetti coinvolti ed adempimenti, comma 2, lettera d).

d) rilasciano le autorizzazioni per i nuovi impianti di illuminazione esterna e per gli interventi di adeguamento o di rifacimento degli impianti di illuminazione esterna esistenti, secondo le modalità previste dal regolamento di attuazione della l.p. n.16/2007 e previa presentazione di idoneo progetto illuminotecnico da parte dei richiedenti redatto secondo quanto previsto dal presente Piano provinciale ed in particolare dall'Allegato A o B, salvo quanto previsto dal punto VIII ed eccettuati gli impianti di cui all'articolo 3 del regolamento di attuazione della l.p. n.16/2007;

Allegato E - Competenze richieste ai professionisti per la progettazione illuminotecnica degli impianti di illuminazione esterna Nella fase di prima applicazione del presente Piano provinciale, i professionisti iscritti ad ordini o collegi professionali, con curriculum specifico o formazione adeguata e specializzata mediante partecipazione a corsi di formazione sulla progettazione illuminotecnica, si ritengono qualificati ed abilitati alla progettazione illuminotecnica degli impianti di illuminazione esterna.

Requisiti di selezione del progettista illuminotecnico – come da ALLEGATO E del piano provinciale:

- progettisti iscritti a ordini di Ingegneri e Architetti e collegi dei Periti Industriali e dei Geometri, ciascuno con la propria competenza professionale (inteso che per esempio gli impianti elettrici possono essere progettati solo da ingegneri e periti industriali con i dovuti distinguo);
- progettisti in possesso di un curriculum specifico e formazione adeguata sull'illuminazione e che abbiano già fatto svolto attività di questo tipo.

c. Progetto illuminotecnico: contenuti e caratteristiche

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 - IV) Soggetti coinvolti ed adempimenti, comma 4).

4) I progettisti, in possesso dei requisiti riportati nell'Allegato E (Competenze richieste ai professionisti per la progettazione illuminotecnica degli impianti di illuminazione esterna), fatto salvo quanto previsto nel punto VIII:

a) redigono il progetto illuminotecnico in conformità alle norme di sicurezza, alla l.p. n.16/2007, al relativo regolamento di attuazione ed al presente Piano provinciale. Il conferimento dell'incarico trasferisce al professionista le responsabilità che la progettazione comporta, nonché la verifica mediante misurazioni di luminanza e/o illuminamento, a seconda delle prescrizioni normative, che l'installazione risponda ai requisiti di legge. Nel progetto illuminotecnico deve essere data chiara evidenza del rispetto dei requisiti tecnici di qualità del presente Piano provinciale;

b) richiedono alle case costruttrici, importatrici e fornitori, per i prodotti messi in opera sul territorio provinciale, ed allegano al progetto illuminotecnico:

i) i certificati di conformità come previsto in Allegato C (Classificazione degli apparecchi di illuminazione), completi delle incertezze di misura indicando gli intervalli di posizioni ed inclinazione conformi (solo per soluzione conforme secondo l'Allegato A (Soluzione conforme);



ii) i dati fotometrici dell'apparecchio, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato CIE, CEN, IES, quali il formato commerciale "Eulumdat", comprensivi delle incertezze di misura ed emesso in regime di accreditamento del laboratorio di misura o rilasciato da ente terzo accreditato; le stesse devono riportare tutti i dati previsti dai documenti di accreditamento, che devono essere sottoscritti circa la veridicità delle misure dal responsabile tecnico del laboratorio che li ha emessi;

c) rilasciano la dichiarazione di conformità del progetto illuminotecnico alla l.p. n.16/2007 (secondo l'Allegato A o l'Allegato B);

Composizione del progetto illuminotecnico esecutivo – ai fini dell'autorizzazione:
I) TAVOLE PLANIMETRICHE II) RELAZIONE TECNICA III) DATI FOTOMETRICI e DOCUMENTI DI CALCOLO IV) REQUISITI DEI PROGETTI RICHIESTI DALLA NORMA UNI 11248
I. TAVOLE PLANIMETRICHE
Le tavole planimetriche hanno il compito di identificare dal punto di vista della realizzazione i lavori da eseguire, e devono essere costituiti in linea di massima da: • Posizionamento dei punti luce con indicazione della potenza della lampada, il tipo di armatura stradale e l'eventuale regolazione del portalampade all'interno del vano ottico dell'apparecchio. • Sezioni stradali per il corretto posizionamento del punto luce e disegno tecnico quotato del supporto (palo, braccio, mensola ecc.). • Indicazione del tipo e sezione dei conduttori e Posizione del quadro elettrico (nuovo o esistente). • Particolari tecnici/installativi in scala adeguata.
II. RELAZIONE TECNICA
La relazione tecnica è una parte indispensabile per legge in quanto giustifica ciascuna scelta progettuale evidenziando le relative conformità di legge in particolare: • indica i riferimenti legislativi e normativi adottati; • riporta le caratteristiche elettriche dell'impianto, delle sorgenti luminose utilizzate e le caratteristiche illuminotecniche degli apparecchi illuminanti utilizzati nel progetto; • descrive le scelte tecniche progettuali anche in termini di ottimizzazione e di efficienza dell'impianto; • realizza un bilancio energetico dell'impianto che evidenzia le scelte in termini di ottimizzazione e di efficienza, nonché i risultati le aspettative in termini di risultati; • valuta i risultati illuminotecnici conseguiti, identificando il rispetto dei criteri tecnici della L.P.



16/07.

- **Dichiarazione di conformità del progetto alla L.P. 16/07 di cui all'allegato 2 – b.**

III. DATI FOTOMETRICI E DOCUMENTI DI CALCOLO

Tale parte evidenzia i risultati di calcolo e si compone dei seguenti elaborati e documenti necessari ed imprescindibili nella verifica della regola dell'arte e dell'applicazione della L.P. 16/07 e s.m.i.:

- **Dati riassuntivi di progetto:**
 1. caratteristiche geometriche dimensionali della strada o di altro ambito;
 2. classificazione;
 3. identificazione del corpo illuminante, delle sue caratteristiche e della tabella fotometrica.
- **Risultati illuminotecnici:**
 1. Tabella riassuntiva dei risultati di calcolo congruenti con il tipo di progetto: in ambito stradale (Lm, Uo, Ul, Ti), in ambito pedonale (Em, Emin, Ue, ecc.).
 2. In ambito stradale: tabelle e curve isoluminanze e isolux.
 3. In ambito non stradale: tabelle e curve isolux a seconda delle richieste della specifica norma adottata.
- **Dati fotometrici:** i dati fotometrici in formato tabellare numerico o cartaceo e sotto forma di file normalizzato "Eulumdat" o analoghi, certificati, per quanto riguarda la loro veridicità, dal responsabile tecnico del laboratorio che li ha emessi (si veda D.G.R. 7/6162, Articolo 5, "Le case costruttrici, importatrici, fornitrici"). Unitamente alla **dichiarazione di conformità dei dati medesimi come all'allegato 2 – d.**

IV. REQUISITI DEI PROGETTI RICHIESTI DALLA NORMA UNI 11248

Gli impianti realizzati in conformità alla L.P. 16/07 e s.m.i. sono realizzati a "regola dell'arte" e conformi alle norme UNI 11248, EN 13201 e UNI 10819. Per contro impianti a regola d'arte non è detto che siano conformi alla L.P. 16/07. La norma UNI 11248 richiede inoltre che il progetto contenga:

- una chiara individuazione **della zona o zone di studio** e di progetto;
- **l'analisi dei rischi** per la corretta classificazione della strada/ambito (zona) da illuminare, verificando le conseguenze sul progetto dei parametri di influenza più significativi, pesando e giustificando la scelta dei valori adottati per la definizione delle categorie illuminotecniche di progetto e di esercizio;
- **la griglia ed i parametri di calcolo** quali i parametri di riflessione della pavimentazione stradale;
- **un piano per la manutenzione** per garantire il mantenimento dei requisiti illuminotecnici di progetto.



d. Progetto illuminotecnico: verifica e controllo

L'Ufficio Tecnico Comunale competente può operare la sua valutazione solo sulla base del contenuto del progetto illuminotecnico che, se fatto correttamente, contiene tutte le informazioni necessarie per la verifica.

L'allegato 2 - e – Modulo semplificato di verifica conformità di un progetto al termine di questo capitolo, ha lo scopo di permettere la verifica di tutti i nuovi progetti d'illuminazione stradale, ciclo e pedonale, di parcheggi, piazze, aree, incroci o rotatorie.

In generale comunque ci sono alcuni **passaggi obbligati di verifica** per ogni tipologia di progetto illuminotecnico:

- I. Professionista illuminotecnico abilitato:** si veda la precedente lettera a,
- II. Verifica conformità corpi illuminanti.** Come prescritto alla precedente lettera b, il progettista fornisce i dati fotometrici dei corpi illuminanti utilizzati nel progetto. tali dati devono essere:
 - tabellari: nei quali è sufficiente verificare che i valori inseriti in tabella per gamma maggiore o uguale a 90° non siano superiori a 0,49 cd/klm,
 - file "eulumdat" (estensione .ldt): aprire tale file con un software illuminotecnico, come Easy Light (allegato al piano su CDROM) e scaricabile dal sito www.cielobuio.org, premendo "Carica LDT" e successivamente i premendo i tasti "Dati fotometrici" per visualizzare la tabella in formato digitale e verificare che i valori dell'intensità luminosa per GAMMA maggiore o uguale a 90° siano inferiori a 0.49 cd/klm.
- III. Verifica conformità alle norme tecniche.** Per fare tale verifica è sufficiente conoscere la classificazione della strada o dell'ambito da illuminare come definito nella PARTE 3 – Classificazione di questo PRIC. **Il progettista deve dichiarare sempre l'effettiva classificazione dell'ambito da illuminare e**, mediante le tabelle 2.2 e 2.4 inserite al par. 2.4 di seguito allegate, contenenti i parametri di progetto da rispettare per ciascuna classificazione, è necessario verificare nel progetto se i parametri illuminotecnici rispettano quelli relativi alla classificazione.



Parametri illuminotecnici di progetto in ambito stradale

Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento	SR minimo*
	Lm (minima mantenuta) cd/m2	Uo min (Uniformità generale)	Ul min (Uniformità longitudinale)	Ti massimo (%)	
ME1	2 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME2	1,5 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME3a	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	15	0,5
ME3b	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME3c	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME4a	0,75+tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME4b	0,75 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME5	0,5 +tolleranza 15%	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	0,5
ME6	0,3 +tolleranza 15%	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	Nessuna richiesta

Parametri illuminotecnici di progetto delle classi S-CE-EV-Es

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicilindrico	
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	Uo Emedio minimo	Ti (incremento di soglia) % massimo	Classe	E _{sc} minimo lx
CE0	50 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES1	10
CE1	30 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES2	7,5
CE2	20 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES3	5
CE3	15 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	ES4	3
CE4	10 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	ES5	2
CE5	7,5 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	ES6	1,5
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	E. minimo lx	Ti (incremento di soglia) % massimo	ES7	1
S1	15 +tolleranza 15%	5	15	ES8	0,75
S2	10 +tolleranza 15%	3	15	ES9	0,5
S3	7,5 +tolleranza 15%	1,5	15	Illuminamento verticale	
S4	5 +tolleranza 15%	1	20	Classe	E _v minimo lx
S5	3 +tolleranza 15%	0,6	20	EV3	10
S6	2 +tolleranza 15%	0,6	20	EV4	7,5
S7	Non determinato			EV5	5



e. Conformità installazione

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 - IV) Soggetti coinvolti ed adempimenti, comma 5).

5) Gli installatori:

- a) realizzano gli impianti in modo conforme al progetto illuminotecnico ed al presente Piano provinciale;*
- b) rilasciano la dichiarazione di conformità dell'installazione al progetto illuminotecnico qualora previsto;*
- c) rilasciano – nella relativa eventualità - la dichiarazione che l'impianto è alimentato da un unico punto di consegna, ha emissione complessiva inferiore a 5.000 lm ed è realizzato con tipologie di apparecchi diversi dalla classe E definita dal presente Piano provinciale (si veda al riguardo il punto VIII, comma 1).*

Gli installatori **devono** realizzare l'installazione in conformità al progetto illuminotecnico, e nello specifico la cosa più delicata è:

- l'installazione dei corpi illuminanti orizzontali;
- la regolazione della lampada all'interno del vano lampada.

È loro compito inoltre attestare la conformità dell'installazione ai criteri della L.p. 16/07 al progetto illuminotecnico e ove non si previsto, la sola dichiarazione di conformità alla L.p. 16/07, al regolamento attuativo ed al piano provinciale.

Nell'allegato 2 – c del PRIC è inserito il modello di dichiarazione di conformità alla L.p. 16/07.



2.2- DEFINIZIONI E AMBITI APPLICATIVI

Il Piano Regolatore di Illuminazione Comunale è stato realizzato privilegiando soluzioni e proposte illuminotecniche che mirano principalmente al conseguimento delle seguenti opportunità:

- contenimento dell'inquinamento luminoso e salvaguardia ambientale del territorio comunale;
- miglioramento del confort visivo e maggiore fruibilità degli spazi;
- progettazione coordinata su tutto il territorio;
- ottimizzazione degli impianti d'illuminazione;
- riduzione dei costi, dei consumi energetici e di manutenzione.

Il perseguimento di tali obiettivi primari si ottiene adottando le precauzioni ed i consigli progettuali previsti nella L.P. 16/07:

(L.p. 16/07, art. 4, comma 1).

- a) l'illuminazione stradale e di arredo urbano è effettuata mediante fonti luminose rivolte verso il basso;
- b) nell'illuminazione stradale i livelli di luminanza sono conformi all'indice illuminotecnico della tipologia di strada, nei limiti dei valori previsti dalle norme vigenti;
- c) negli impianti di illuminazione pubblica esterna sono utilizzate lampade ad alta efficienza;
- d) l'illuminazione di strutture pubbliche o di interesse pubblico è limitata temporalmente e quantitativamente all'effettiva necessità;
- e) il divieto di utilizzare fari o fasci luminosi, fissi o semoventi, rivolti verso l'alto, fatti salvi i motivi di interesse pubblico o i casi previsti da norme vigenti.

3. Fino alla data di entrata in vigore del piano provinciale:

- a) gli interventi relativi agli impianti di illuminazione esterna, nuovi o esistenti, sono progettati ed eseguiti nel rispetto dei principi elencati al comma 1;
- 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.

Tali concetti si possono come di seguito esprimere in funzione di **cinque requisiti fondamentali**:

1. Controllo del flusso luminoso direttamente inviato al di sopra del piano dell'orizzonte, (par. 2.3)
2. Controllo del flusso luminoso direttamente indiretto: impiego dei valori minimi di luminanze e di illuminamenti previste dalle norme a seconda della tipologia di strada, o ambito da illuminare, (par. 2.4)
3. Adozione di sorgenti efficienti compatibilmente con le condizioni d'uso e di esercizio, (par. 2.5)
4. Ottimizzazione degli impianti in termini di minimizzazione delle potenze installate e massimizzazione dei rapporti interdistanze altezza dei sostegni, (par. 2.6)
5. Adozione di sistemi per la riduzione del flusso luminoso, (par. 2.7).

In questo capitolo affronteremo inoltre i requisiti di legge per impianti specifici:



- a- panoramica dei Requisiti illuminotecnici minimi per impianti specifici, (par. 2.8)
- b- i criteri tecnici per impianti specifici, (par. 2.9)
- c- i criteri tecnici per gli impianti in deroga al progetto illuminotecnico (par. 2.10).



2.3- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO DIRETTO

a. Intensità luminosa massima

(L.P. 16/07, art. 4, comma 3, lettera 6).

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.

Commenti: A titolo esemplificativo si riportano di seguito alcune immagini per meglio chiarire le tipologie di corpi illuminanti adottabili. Come si evince dal testo e dalle immagini è comunque preferibile, a parità di rispetto delle indicazioni sopra riportate, l'utilizzo di corpi illuminanti con **vetro** di protezione **piano orizzontale**.



Figura 2.1 – Tipologie di apparecchi non ammessi (cortesia: CieloBuio)



Figura 2.2 – Tipologie di apparecchi conformi alla L.p. 16/07 (cortesia: CieloBuio)

Per verificare il valore dell'intensità luminosa per angoli gamma di "90° ed oltre" e la conformità di un apparecchio alla L.P. 16/07 è indispensabile verificare i dati fotometrici dell'apparecchio per questo obbligatori per legge.



b. Conformità degli apparecchi

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 - IV) Soggetti coinvolti ed adempimenti, comma 4, lettera b).

b) richiedono alle case costruttrici, importatrici e fornitori, per i prodotti messi in opera sul territorio provinciale, ed allegano al progetto illuminotecnico:

i) i certificati di conformità come previsto in Allegato C (Classificazione degli apparecchi di illuminazione), completi delle incertezze di misura indicando gli intervalli di posizioni ed inclinazione conformi (solo per soluzione conforme secondo l'Allegato A (Soluzione conforme));

ii) i dati fotometrici dell'apparecchio, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato CIE, CEN, IES, quali il formato commerciale "Eulumdat", comprensivi delle incertezze di misura ed emesso in regime di accreditamento del laboratorio di misura o rilasciato da ente terzo accreditato; le stesse devono riportare tutti i dati previsti dai documenti di accreditamento, che devono essere sottoscritti circa la veridicità delle misure dal responsabile tecnico del laboratorio che li ha emessi;

Commenti: I produttori, gli importatori ed i fornitori di apparecchi per l'illuminazione sono per legge obbligati a fornire i dati di cui sopra per permette a progettista e comune di verificare la conformità del prodotto prescelto alla L.P. 16/07.

Definizione di Intensità luminosa: Esprime la quantità di luce che è emessa da una sorgente in una determinata direzione. Si indica con la lettera **I** e si misura in **candele** [cd]. Per poter permettere un confronto fra sorgenti diverse essa è *normalizzata per 1000 lumen*.

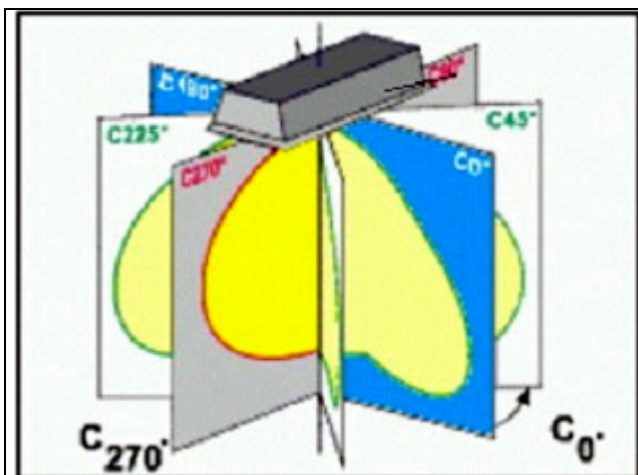


Fig. 2.3 – Intensità luminosa tracciata in ciascun piano che taglia il corpo illuminante. La somma di tutte le intensità luminose a 360° su tutti i piani rappresenta il "solido" fotometrico dell'apparecchio.

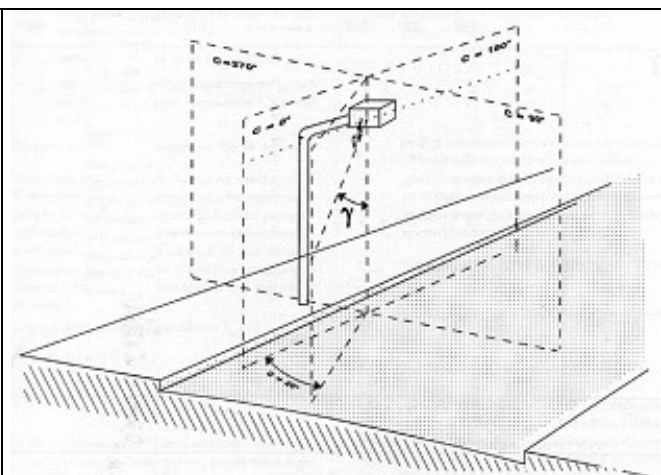


Fig. 2.4 – Schematizzazione di come viene rappresentata l'intensità luminosa. Esiste una intensità luminosa per ogni angolo Gamma su ogni piano C.

Metodi di lettura di una tabella fotometrica:

- 1- Inserendo un file eulumdat (di solito hanno estensione .ldt) all'interno di un software illuminotecnico e poi visualizzando la tabella fotometrica (si allega al piano il software freeware



“EasyLight – Save the Sky” che permette di visualizzare tali informazioni ed una rapida verifica della conformità alla L.P. 16/07) di ogni angolo GAMMA per ogni piano C.

- 2- Facendosi rilasciare direttamente la tabella dei dati fotometrici in formato cartaceo. Si riporta di seguito in figura 2.5 una tabella fotometrica Gamma/C.

Tabella 2.1 – Tabella dell'intensità luminosa (cd/klm) di apparecchio d'illuminazione tratto dai certificati “performance” dell' IMQ

C	270	285	300	310	315	320	325	330	335	340	345	350	355	360	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	75	90
γ																											
0	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194	194
10	186	186	187	188	190	190	190	190	191	190	191	192	192	193	193	193	195	195	195	194	194	194	193	193	193	193	188
20	177	177	179	182	184	187	188	191	191	192	194	197	198	200	200	199	202	203	203	194	195	194	192	190	185	184	182
30	160	163	168	173	176	181	185	186	190	194	200	204	206	214	214	212	214	211	207	206	196	192	180	184	173	169	173
35	150	154	160	167	171	176	180	183	187	195	201	209	212	215	215	215	215	211	207	200	196	186	180	178	165	160	167
40	130	144	152	158	164	170	176	180	178	193	194	204	207	210	210	223	227	227	210	196	185	177	173	169	155	150	158
45	125	134	146	155	157	160	165	171	178	186	193	200	210	225	225	230	236	236	219	201	186	174	168	162	150	142	155
47.5	116	123	134	145	151	159	163	169	178	191	196	201	215	230	230	240	257	257	237	205	186	169	163	157	142	135	145
50	106	114	127	136	142	140	157	166	176	188	198	210	221	235	235	256	284	284	284	211	182	162	152	147	133	126	136
52.5	96	104	120	128	135	142	151	162	173	187	200	215	231	240	240	279	309	309	282	217	173	157	146	140	128	120	128
55	90	99	113	121	126	135	143	155	166	180	197	215	235	245	245	303	334	334	285	223	173	150	142	136	121	114	121
57.5	82	83	104	114	120	128	133	139	153	165	184	210	241	255	255	325	352	352	282	225	163	142	134	130	112	106	114
60	76	84	96	106	110	117	120	126	140	155	175	207	250	263	263	340	364	364	284	225	161	138	128	122	104	95	106
62.5	68	76	86	97	101	107	110	114	128	145	168	199	254	267	267	346	341	341	277	223	161	134	122	105	97	85	97
65	62	68	80	90	94	99	104	110	121	138	156	190	218	257	257	359	393	393	263	222	159	127	114	100	91	77	90
67.5	53	63	73	83	87	92	96	102	115	134	152	179	210	247	247	346	350	340	231	227	150	117	106	93	85	71	83
70	36	47	67	74	78	82	85	91	104	126	150	177	204	241	241	324	343	333	200	215	134	101	87	84	76	65	74
72.5	10	29	50	59	65	71	74	77	93	115	142	168	190	219	219	312	320	270	164	188	111	80	52	60	51	51	59
75	5	8	19	29	35	43	47	65	66	97	120	151	160	168	168	279	275	185	51	144	59	33	41	34	22	27	29
77.5	2	4	6	7	9	11	12	12	20	38	60	82	80	77	110	188	124	44	8	86	17	7	8	8	5	14	7
80	0	1	3	4	4	5	8	6	7	7	8	11	12	13	20	85	13	6	4	27	9	3	7	2	1	2	4
82.5	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2	2	2	2	2	4	13	5	3	1	5	2	1	1	1	1	1	0
85	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	2	1	1	2	1	0	0	0	0	0	0
87.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0
90-180	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabella 2.1 – Tavola delle intensità luminose per ogni piano C per angolo compresi tra gamma=0° (direzione sotto l'apparecchio e 90° (direzione orizzonte) sino a 180° (direzione allo zenith dell'apparecchio). Per correttezza tale tabella non può fermarsi ad angoli gamma di 90° ma deve arrivare sino a 180°. Per questioni di spazio questa tabella si ferma a 90° indicando però che da 90 a 180° i valori tabulati (intensità luminose) sono tutti uguali fra loro in tale intervallo.

N.B. Verificare sempre che le tabelle non siano state “tagliate” in quanto per chi non si occupa di inquinamento luminoso è poco interessante e “ingombrante” riportare i valori anche per γ maggiori di 90°.

Verificando in corrispondenza della linea evidenziata in rosso di figura 2.5 che corrisponde all'intensità luminosa emessa dall'apparecchio in direzione dell'orizzonte (gamma = 90°) su ogni piano C si evince la conformità dell'apparecchio alla L.P. 16/07.

Se uno solo dei valori della linea con gamma uguale a 90° è maggiore di 0 (se la tabella è espressa in numeri interi) o maggiore di 0,49 cd/klm (se la tabella è espressa con numeri con la virgola) allora l'apparecchio NON è conforme alla L.P. 16/07.



Poiché le tabelle non danno la certezza assoluta della veridicità dei dati, una maggiore garanzia della bontà delle misure fotometriche si può avere richiedendo dati fotometrici certificati da enti terzi, come ad esempio certificati da laboratori che possono apporre sugli apparecchi il marchio “Performance” dell’Istituto Marchio di Qualità.

Effetto dell’inclinazione

Un aspetto interessante e da verificare è la posizione di misura dell’apparecchio e l’effettiva posizione di installazione. In linea di principio quasi tutti gli apparecchi vengono fotometrati con vetro piano orizzontale e si consiglia di installarli in tale posizione.

È quindi fondamentale la verifica sul certificato di conformità alla legge come specificato al precedente punto b. per la posizione di misura dell’apparecchio e l’effettiva posizione di installazione.

Gli apparecchi che risultano conformi alla L.P. 16/07 e s.m.i., se vengano installati in posizione inclinata rispetto alla posizione di misura (in laboratorio) e di conformità, è come se ruotassero la curva fotometrica, per così dire, sull’asse del diagramma per l’angolo di inclinazione. Per conoscere la nuova fotometria associata si potrà procedere come segue:

Analizzare la tabella legata all’apparecchio (posizione orizzontale) **Tabella 2.2**

Se l’apparecchio venisse inclinato di 10° i valori traslerebbero di una casella corrispondente a 10° **Tab. 2.3**

Se l’apparecchio venisse orientato di 30° i valori traslerebbero di una casella corrispondente a 30° **Tab. 2.4**

Tabella 2.2

Angolo	Intensità cd/1000 lm
0°	335
10°	368
20°	391
30°	412
40°	435
50°	487
60°	574
70°	125
80°	12
90°	0
100°	0
110°	0
120°	0
130°	0
140°	0
150°	0
160°	0
170°	0
180°	0

**Apparecchio
conforme alla L.P. 16/07**

Tabella 2.3

Angolo	Intensità cd/1000 lm
0°	368
10°	335
20°	368
30°	391
40°	412
50°	435
60°	487
70°	574
80°	125
90°	12
100°	0
110°	0
120°	0
130°	0
140°	0
150°	0
160°	0

**Apparecchio non più
conforme alla L.P. 16/07**

Tabella 2.4

Angolo	Intensità cd/1000 lm
0°	412
10°	391
20°	368
30°	335
40°	368
50°	391
60°	412
70°	435
80°	487
90°	574
100°	125
110°	12
120°	0
130°	0
140°	0
150°	0
160°	0

**Apparecchio non più
conforme alla L.P. 16/07**



c. Tipologia degli apparecchi

La L.P. 16/07, lascia libertà di scelta sulla tipologia degli apparecchi, si consiglia però, a parità di conformità apparecchi a vetro piano orizzontale, rispetto agli altri in quanto:

- non inquinano e non abbagliano;
- si sporcano meno, e possono essere puliti più facilmente;
- hanno una minore perdita di efficienza;
- non ingialliscono;
- sono più resistenti anche ad eventi accidentali;
- costano meno;
- non hanno elementi mobili nell’armatura a rischio di cadute.

Questi sono anche degli inconvenienti negativi che possono a lungo termine rendere le “soluzioni calcolate” assolutamente meno efficaci e di minore qualità.

d. Tipologia degli impianti d’illuminazione

I criteri di scelta delle tipologie di illuminazione e dei sostegni è fortemente condizionato dalla realtà del territorio e deve comunque essere commisurata alla destinazione d’uso e all’ambito territoriale in cui vengono inseriti.

Di seguito è riportata una selezione visiva delle tipologie di impianti d’illuminazione idonei e non idonei a essere installati o realizzati sul territorio comunale.

È importante sottolineare che se l’apparecchio appare conforme alla L.P. 16/07, non è detto che lo sia l’impianto o semplicemente l’installazione; ciò a causa di ulteriori fattori che verranno approfonditi nei successivi paragrafi o semplicemente a causa di inclinazioni non consone con la tipologia di apparecchio utilizzato.



Cles Light Plan

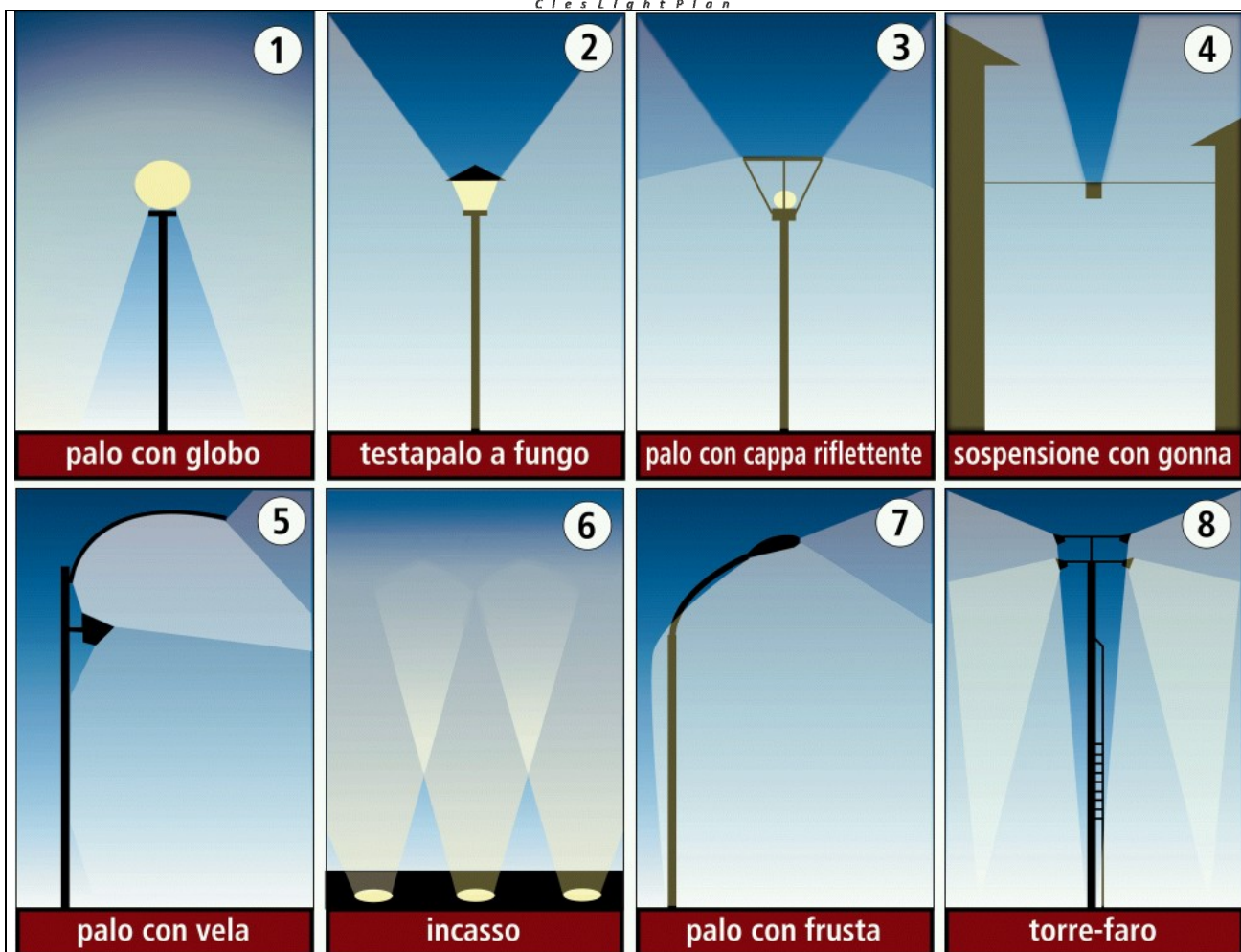


Figura 2.5 – Apparecchi non conformi con la L.P. 16/07 e s.m.i.. Alcune di queste tipologie presenti anche sul territorio comunale possono facilmente essere adattate (es. i pali a frusta se l'apparecchio installato è a vetro piano e può essere posto con vetro orizzontale) anche mediante l'inserimento di alette schermanti. Purtroppo altre possono solo essere sostituite. (Cortesia: CieloBuio)

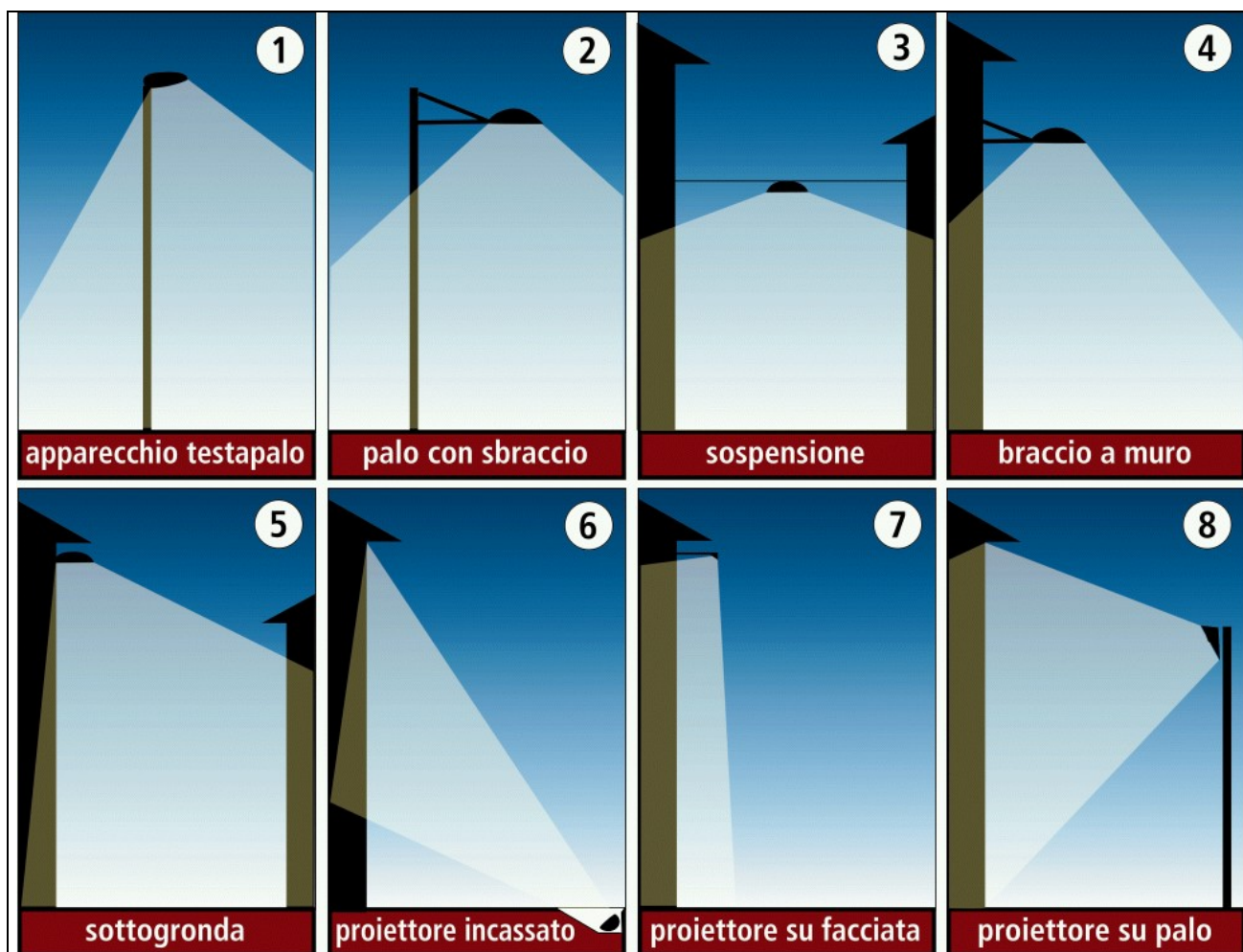


Figura 2.6 – Apparecchi conformi alla L.P. 16/07 e s.m.i.. Le tipologie 6 e 8 sono ammesse esclusivamente per l'illuminazione di edifici storici a di alto valore architettonico ove non si possa procedere ad una diversa installazione. (Cortesia: CieloBuio)



2.4- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRETTO

(L.P. 16/07, art. 4, comma 3, lettera 6).

b) nell'illuminazione stradale i livelli di luminanza sono conformi all'indice illuminotecnico della tipologia di strada, nei limiti dei valori previsti dalle norme vigenti;

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 – ALLEGATO D).

D.4) Valori limite ammessi:

1) Lm in cd/m² (luminanza minima media mantenuta) o Em. Il valore di verifica misurato o calcolato non potrà essere maggiore del 15% del valore di progetto;

NORME DI RIFERIMENTO

AMBITO DI APPLICAZIONE: strade a traffico motorizzato

UNI 11248: Norma Italiana in vigore da ottobre 2007

AMBITO DI APPLICAZIONE: strade commerciali, incroci, rotatorie, sottopassi, piste ciclabili, parcheggi, aree esclusivamente pedonali ecc.

UNI EN 13201: Norma Europea in vigore da fine 2004

AMBITO DI APPLICAZIONE: tutti quelli non ricadenti nelle precedenti categorie

“mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza, di valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m²;”

a. Applicazioni stradali

Tutti i progetti illuminotecnici in ambito stradale dovranno essere realizzati conformemente alla norma EN 13201, utilizzando come riferimento la classificazione stradale prevista nella parte 3 del PRIC.

Si riportano in particolare le specifiche di progetto ai fini della norma UNI 11248:

- Luminanza media mantenuta (Lm)
- Uniformità Generale (Uo)
- Uniformità Longitudinale (Ul)
- Abbagliamento debilitante (Ti)



Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento	SR minimo*
	Lm (minima mantenuta) cd/m2	Uo min (Uniformità generale)	Ul min (Uniformità longitudinale)	Ti massimo (%)	
ME1	2 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME2	1,5 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME3a	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	15	0,5
ME3b	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME3c	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME4a	0,75+tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME4b	0,75 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME5	0,5 +tolleranza 15%	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	0,5
ME6	0,3 +tolleranza 15%	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	Nessuna richiesta

Tabella 2.2: 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.

b. Altre applicazioni

1. Zone pedonali e giardini
2. Parcheggi
3. Piste Ciclabili
4. Rotonde e intersezioni
5. Sottopassi

Nella progettazione dei seguenti ambiti di applicazione è necessario fare riferimento alla norma EN 13201, illustrata più ampiamente nella parte 3 del PRIC. Qui ci si limiterà a riportare una tabella riassuntiva dei parametri progettuali di riferimento minimi o massimi.

Applicazione	Classe EN 13201	Parametro di progetto	Grandezza illuminotecnica di progetto [U.M.]	Grandezza illuminotecnica da verificare 1 [U.M.]	Parametro da verificare	Grandezza illumin. da verificare 2 [U.M.]
.Zone Pedonali .Giardini .Parcheggi .Piste Ciclabili	S	Illuminamento Orizzontale	Emedio Minimo Mantenuto [lux]	Emin Mantenuto [lux]	Illuminamento Semicilindrico	Esc. minimo Mantenuto [lux]
.Rotatorie .Intersezioni principali .dove non è applicabile la classe ME	CE	Illuminamento Orizzontale	Emedio minimo mantenuto [lux]	Uo Uniformità di Emedio (Emedio/Emin)	Illuminamento Verticale	Ev minimo mantenuto [lux]
.Altri ambiti	-	Luminanza	Lmedio minimo mantenuto [cd/m2]		-	-

Tabella 2.3 – Riferimenti al fine della progettazione illuminotecnica di ambiti non stradali



Ai fini del rispetto della L.P. 16/07 e s.m.i. deve essere preso come parametro di progetto, con le dovute tolleranze di misura definite nella norma, l'illuminamento orizzontale medio.

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicindrico	
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	U ₀ E medio minimo	Ti (incremento di soglia) % massimo	Classe	E _{sc} minimo lx
CE0	50 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES1	10
CE1	30 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES2	7,5
CE2	20 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	10	ES3	5
CE3	15 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	ES4	3
CE4	10 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	ES5	2
CE5	7,5 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	15	ES6	1,5
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	E. minimo lx	Ti (incremento di soglia) % massimo	ES7	1
S1	15 +tolleranza 15%	5	15	ES8	0,75
S2	10 +tolleranza 15%	3	15	ES9	0,5
S3	7,5 +tolleranza 15%	1,5	15	Illuminamento verticale	
S4	S5	S6	S7	Classe	E _v minimo lx
5 +tolleranza 15%	3 +tolleranza 15%	0,6	20	EV3	10
2 +tolleranza 15%	Non determinato			EV4	7,5
				EV5	5

Tabella 2.4: Parametri illuminotecnici di progetto delle classi S-CE-EV-Es.



2.5- SORGENTI LUMINOSE EFFICIENTI

a. Tipologie

(L.P. 16/07, art. 4, comma 3, lettera 6).

c) negli impianti di illuminazione pubblica esterna sono utilizzate lampade ad alta efficienza;

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 – ALLEGATO A).

- utilizzo di lampade ad alta efficienza;

La L.P. 16/07 e s.m.i. privilegia indicativamente lampade con efficienza elevata quali ad esempio:

- le lampade al sodio alta pressione e bassa potenza,
- le sorgenti a maggiore resa cromatica ($R_a > 65$), ma con efficienza paragonabili a quelle del sodio ad alta pressione, a parità di potenza e quindi con efficienze superiori 89 lm/W,
- le sorgenti di nuova generazione a LED qualora le efficienze dei moduli LED siano paragonabili.

Riassumendo, le sorgenti luminose privilegiate sono:

- Stradale: sodio alta pressione con potenze in relazione alla classificazione illuminotecnica della strada.
- Pedonale: sodio alta pressione e in specifici e limitati ambiti, ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza > 89 lm/W, sorgenti a LED.
- Impianti sportivi: ioduri metallici tradizionali
- Parchi, ciclabili e residenziale: fluorescenza, sodio alta pressione e in specifici e limitati ambiti, ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza > 89 lm/W, sorgenti a LED,
- Monumenti ed edifici di valore storico, artistico ed architettonico: sodio alta pressione nelle sue tipologie o ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza > 89 lm/W in relazione alle tipologie e colori delle superfici da illuminare.

Le sorgenti previste nella redazione del Piano, tenendo in considerazione il colore dei materiali prevalenti, riflessioni e aspetti estetico/funzionali dell'impianto cittadino, nonché la normativa esistente.

b. Eliminazione sorgenti luminose a elevato impatto ambientale

La scelta del PRIC è quella di **eliminare le sorgenti di luce ai vapori di mercurio.**

Per tale motivo si ritiene esclusa la realizzazione futura di impianti dotati di tali sorgenti e il PRIC deve prevedere la **graduale sostituzione di tutti gli impianti dotati di lampade a vapori di mercurio o similari**



quali quelle pre miscelate, per motivazioni di varia natura tecnica, economica, ambientale e legislativa, quali:

1. la ridotta efficienza (minore di 60lm/W) e l'evidente decadimento del flusso luminoso nel tempo non permette il raggiungimento degli obiettivi della legge di ottimizzazione degli impianti d'illuminazione e di massimizzazione dell'efficienza;
2. il costo di smaltimento di tali lampade, essendo classificate ai sensi del D.Lgs. N.22/97 - D.Lgs. 5 feb.1997 n. 22 – D.Lgs. 8 nov. 1997 n. 389 – L. 9 dic. 1996 n. 426 come rifiuti pericolosi, ha una incidenza non trascurabile sul prezzo finale derivante dall'impiego della lampada, che è indicativamente pari se non superiore a quello di ciascun corpo illuminante nuovo dello stesso tipo, rendendo quindi in definitiva il prezzo confrontabile con quello delle lampade al sodio ad alta pressione.
3. La DIRETTIVA 2002/95/CE DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 27 gennaio 2003 “sulla restrizione dell'uso di determinate sostanze pericolose nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche”, già in vigore il 13.02.2003, mette definitivamente al bando tali lampade dal territorio europeo dal 1° luglio 2006.
4. La sostituzione di lampade ai vapori di mercurio con lampade al sodio alta pressione permette inoltre di conseguire risultati sia dal punto di vista del risparmio che dell'illuminamento notevolmente superiori come di seguito evidenziato nella tabella 2.6.

VECCHIA LAMPADA	NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	RISPARMIO INDICATIVO [W]
80W Mercurio	50W Sodio AP	- 6% (da 3600 a 3400 lumen)	37,5% (> se aumenta l'interdistanza)
80W Mercurio	70W Sodio AP	+ 80% (da 3600 a 6500 lumen)	12,5% (>se aumenta l'interdistanza)
125W Mercurio	70W Sodio AP	+ 5% (da 6200 a 6500 lumen)	44%
125W Mercurio	100W Sodio AP	+ 61% (da 6200 a 10000 lumen)	20% (>se aumenta l'interdistanza)
250W Mercurio	150W Sodio AP	+19% (da 12500 a 14700 lumen)	40% (>se aumenta l'interdistanza)

Tabella 2.4 – Confronto e possibili sostituzioni di lampade ai vapori di mercurio con lampade al sodio alta pressione. I risultati conseguibili in termini di migliore illuminazione a terra sono generalmente di gran lunga superiori al mero computo dell'incremento di flusso luminoso in quanto spesso si passa da corpi illuminanti di bassissima efficienza a corpi illuminanti di nuova generazione.

VECCHIA LAMPADA		NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	INCREMENTO FLUSSO A TERRA STIMATO
80W Mercurio	=>	70W Sodio AP	+ 80%	100-110% (più che raddoppiato)
125W Mercurio		100W Sodio AP	+ 61%	90-100% (raddoppia)
125W Mercurio		150W Sodio AP	+ 240%	300% (triplica)
250W Mercurio		250W Sodio AP	+ 225%	280-300% (triplica)

Tabella 2.5 – Incremento del flusso luminoso complessivo stimato.

Il risultato di tabella 5.5 è di un grande squilibrio fra il prima ed il dopo l'intervento, in quanto si innesca uno squilibrio dei livelli d'illuminazione e di percezione del territorio, falsando peraltro l'aspetto che



assume il resto del paesaggio facendolo sembrare, per confronto, completamente buio e insicuro, imponendo quindi un incremento a catena dei livelli di illuminazione e dei dispendi energetici.

2.6- OTTIMIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI

Fra gli obiettivi prioritari della L.p. 16/07 e delle linee guida provinciali rientra appunto l'ottimizzazione degli impianti per favorire il risparmio energetico *“limitare i consumi energetici degli impianti di illuminazione esterna mediante il contenimento delle potenze di illuminazione e dei tempi di accensione degli impianti stessi;”*

Esistono oggi 3 metodi per “misurare” il grado di efficienza degli impianti d'illuminazione:

- a. Il primo è quello già adottato in alcune nazioni europee ed è quello classico delle Label energetiche. La stessa UNI13201-5 è in fase di adozione. Questo metodo classifica gli impianti solo da un punto di vista energetico senza guardare al contesto in cui l'impianto viene inserito ed a fattori estetici e di qualità.
- b. La provincia di Trento è decisa di adottare un suo calcolo del Coefficiente di efficienza energetica (normalizzato a 100 lux) (h) espresso in [kWhanno/m²] per definire l'efficienza e le priorità di intervento. Per l'intero dettaglio del suo calcolo si rimanda alle linee guida provinciali.
- c. Il terzo è il più semplice e facilmente misurabile e proprio perché più semplice meno sofisticato ma con degli indubbi vantaggi in quanto impone un rapporto minimo fra interdistanza e altezza dei sostegni. 12 Leggi regionali italiane hanno adottato questo riferimento imponendo un rapporto interdistanza altezza minima nei nuovi impianti superiore a 3.7. La scelta è basata su questi vantaggi:
 - Non si contrappone a metodi di valutazione prettamente energetici e statisticamente su circa 100.000 progetti valutati il 30% di impianti con questo rapporto posto a 3.7 (valore minimo ammissibile) sono in classe A e la restante parte in classe B. Quindi il metodo ottiene dei risultati minimi di ragguardevole livello visto che la direttiva europea ammette tranquillamente impianti in classe D ed F.
 - Contrariamente ai metodi energetici questo è un metodo che permette di contestualizzare un impianto con l'ambito in cui si interviene, senza obbligare specifiche di progetto che possano non essere coerenti (storicamente, artisticamente, visivamente, qualitativamente) con il contesto in cui ci si inserisce.

Senza entrare nei dettagli di quale sia il metodo migliore, in questo ambito per noi è importante dare delle indicazioni minime sulla qualità di una progettazione o installazione. Per esempio la tabella di seguito mostra quali siano le potenze più corrette da impiegarsi in ambiti stradale.



Classe Illuminotecnica	Potenze consigliate	Potenze consigliate (se la larghezza della carreggiata è superiore a 8 metri)
$L_m=0.3 \text{ cd/m}^2$	50W-70W	70W
$L_m=0.5 \text{ cd/m}^2$	50W-70W	100W-150W (statisticamente non più del 10% dei casi)
$L_m=0.75 \text{ cd/m}^2$	70W	100W (statisticamente il 25-35% dei casi) 150W (statisticamente solo il 10-15% dei casi)
$L_m=1 \text{ cd/m}^2$	70W-100W	150W (statisticamente solo il 20-30% dei casi)
$L_m=1.5 \text{ cd/m}^2$	100W-150W	150W (statisticamente il 50% dei casi)
$L_m=2 \text{ cd/m}^2$	150W-250W	250W (statisticamente il 40% dei casi)

Tabella 2.6 Orientativa (per ottimizzare i risparmi ed i risultati illuminotecnici): si vedano i progetti illuminotecnici campione della PARTE 3 del Piano

b. Easy Light - Save the Sky e verifica della conformità alla L.P. 16/07 e s.m.i.

Di seguito viene illustrato uno strumento che può essere un valido ausilio per le verifiche dell'illuminazione pubblica ed in generale per il rispetto della L.P. 16/07 e s.m.i..

Easy Light - Save the Sky, è un programma di illuminotecnica, rivolto a principianti ed esperti, che si prefigge di ottimizzare i processi relativi alla progettazione illuminotecnica delle strade a traffico veicolare:

- ottimizzazione delle interdistanze degli apparecchi di illuminazione;
- minimizzare le potenze installate per km di strada;
- minimizzare (compatibilmente con le normative tecniche e/o di sicurezza) la luminanza media mantenuta;
- sfruttare al meglio e scegliere le migliori ottiche stradali;
- abbattere il flusso luminoso inviato direttamente verso il cielo, nel rispetto della L.p. 16/07.

Easy Light può essere usato anche per la verifica della conformità dei corpi illuminanti alla L.P. 16/07 per visualizzare le tabelle fotometriche, e in particolare i valori per gamma maggiore o uguale a 90°.

Nei programmi d'illuminotecnica in commercio, il progettista decide i parametri della strada, quindi quelli di calcolo e poi il risultato che scaturisce viene confrontato acriticamente con le norme tecniche: se si rientra nei valori prefissati il progetto è completo altrimenti viene ripetuto il calcolo con valori diversi. Per converso, *Easy Light* stabiliti i parametri della strada e i valori da rispettare per soddisfare le norme tecniche ottimizza le variabili di calcolo al fine di ricercare le configurazioni che consentono il maggior risparmio energetico, realizzativo, manutentivo e di gestione.

Il programma è gratuito e scaricabile all'indirizzo: <http://www.cielobuio.org>



Una copia personalizzata di tale software è parte integrante di questo PRIC.

Save the Sky fa riferimento e funziona in conformità alla CIE30 e EN 13201.

Easy Light - Save the Sky fornisce analoghi risultati a quelli dei più noti software in commercio, con modeste differenze (sul valore della luminanza del 2-3%, maggiore talvolta per UG e UI in base alle definizioni di osservatori prescelte da ciascun programma). I sono: LiteStar 4.1 e 5.0, Relux 3.0, ewoEXCALC 1.01.03.

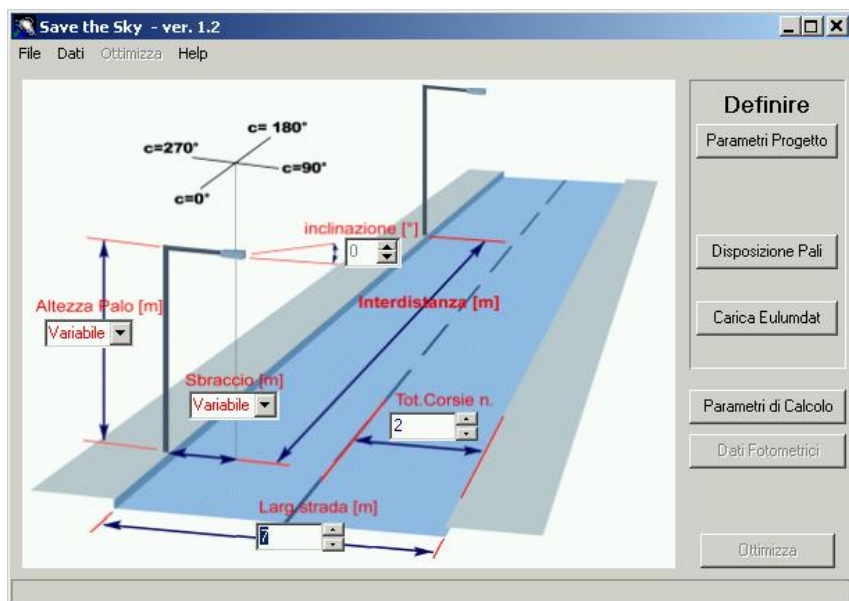


Figura 2.7 – Schermata principale di STS – Easy Light

Easy Light - Save the Sky fornisce i parametri migliori per conseguire la migliore progettazione illuminotecnica. È quindi una guida per scegliere i parametri per progettare l'illuminazione delle strade con uno o più programmi fra le decine degli stessi disponibili in commercio e per questo realizzati.

Save the Sky riesce ad incrementare anche dal 20 al 40% le prestazioni di un progetto illuminotecnico.

c. Ambiti di applicazione non stradale

Per ottimizzare l'illuminazione non stradale è necessario:

- massimizzazione della frazione del flusso luminoso emesso dall'impianto, in ragione dell'effettiva incidenza sulla superficie da illuminare (utilanza).
- Utilizzare, a parità di condizioni, apparecchi che conseguono la minore potenza installata e il maggiore risparmio manutentivi.

Per quanto attiene alle prescrizioni normative, la legge non specifica valori da conseguire, ma solo che il progettista deve dimostrare nella sua relazione di aver cercato di conseguire i maggiori risultati in termini di ottimizzazione e risparmio energetico.

Nello specifico nella PARTE 3 del PRIC ci sono degli esempi di progetti di qualità, ma comunque in impianti d'illuminazione di piste ciclabili o ciclopedonali, qualora il passo installativo non sia vincolato dall'utilizzo di sostegni condivisi con l'illuminazione stradale, può essere considerato come minimo efficace un rapporto interdistanza/altezza minimo di progetto pari a 4,5.



2.7 - SISTEMI PER LA RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

(Regolamento Attuativo L.p. 16/07 art. 2 , comma 3, lettera b).

b) inserimento di regolatori di flusso luminoso o di sistemi elettronici di controllo dell'accensione e spegnimento;

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 – VII) Disposizioni relative alle fasce di rispetto e alle aree naturali protette, comma 5).

5) Tutti gli impianti di illuminazione esterna pubblici anche esistenti, devono essere dotati di regolatori di flusso o, qualora le condizioni di sicurezza lo permettano, spenti entro le ore 24.

a. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso: tipologie e differenze

Per eventuali approfondimenti in materia si rimanda ai successivi capitoli 7 e 9.

In questa sezione si ricorda tuttavia che i sistemi di "riduzione del flusso luminoso" chiamati "tutta notte mezzanotte" consistenti nello spegnere alternativamente dei punti luce (disposti su due linee elettriche distinte) **non** rappresentano più una soluzione adottabile con le nuove norme tecniche di settore. Ciò perché si compromette l'effettiva uniformità dell'illuminazione del manto stradale.

b. Quando utilizzare tali sistemi

- Sono obbligatori sempre, quando conveniente economicamente. Ed è possibile calcolare un rientro negli investimenti con i risparmi conseguiti in tempi inferiori alla vita media dell'impianto, prendendo in considerazione i costi indotti che richiedono.
- Per impianti centralizzati con meno di 3,5 kW questo intervento non è economicamente conveniente, a meno che non siano previste estensioni dell'impianto medesimo. In tale caso i sistemi di telecontrollo punto a punto sono comunque sempre applicabile e più flessibili.
- In tutti gli impianti non stradali, dove non è richiesto un requisito di uniformità normativa, continua a valere la scelta corretta di spegnimento totale, o parziale degli impianti.

c. Consigli per la scelta del prodotto

Il mercato negli ultimi anni si è allargato e, in parte, dequalificato. Infatti numerose aziende sono entrate a operare nel settore anche senza esperienza specifica, producendo sistemi e soluzioni con tutte le tipologie sopra elencate talvolta mai testate né su “banco” né sul “campo”.

Qualche consiglio pratico per la scelta.

- 1- Gestione “facile” mediante sistemi hardware e software semplici e alla portata di tutti, al fine di permettere l'utilizzazione all'installatore che gestisce il servizio per il Comune, ma anche dall'Ufficio Tecnico comunale che opera in totale autonomia.



- 2- Gestione post-vendita con manutenzioni programmate del sistema richiedendo anche la disponibilità e il supporto da parte dell'azienda produttrice.
- 3- Scegliere fornitori provvisti di certificazioni relative all'adozione di sistemi di qualità di gestione/organizzazione del prodotto e del processo, e che sono in grado di fornire soluzioni integrate e/o multiple.

Selezionare aziende che possano dimostrare risultati certificabili, e magari vi permettano di contattare direttamente altri Comuni che hanno adottato tali soluzioni per confrontarvi direttamente con loro.



2.8- CRITERI TECNICI INTEGRATIVI PER IMPIANTI SPECIFICI

Si riportano di seguito i riferimenti legislativi in merito ad impianti specifici, ove necessario, appositamente commentati ed integrati.

a. Grandi Aree

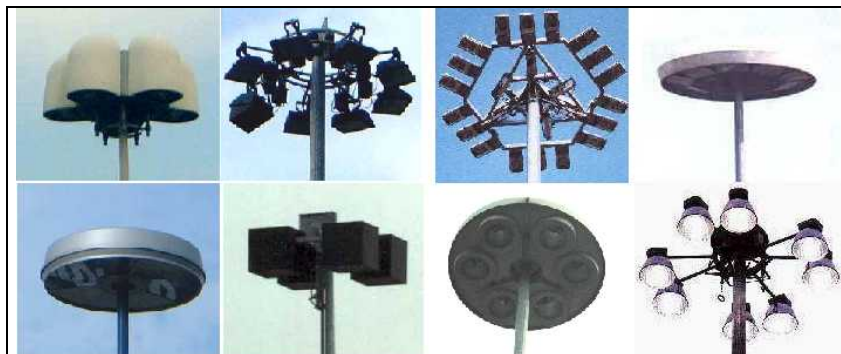


Figura 2.8 - Torri faro conformi alla L.p. 16/07 solo se gli impianti prevedono potenze installate inferiori rispetto a impianti con apparecchi tradizionali.



Figura 2.9 - Impianti di rotonde conformi alla L.p. 16/07 con apparecchi stradali posti centralmente o esternamente.

Gli impianti con apparecchi tradizionali centrali o periferici sono ovviamente da preferire quasi sempre in circostanze normali (si veda a PARTE 3 del Piano).

c. Impianti sportivi

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 – VI) Prescrizioni per impianti particolari, comma 5).

5) Impianti per l'illuminazione di impianti ed attività sportive:



- a) gli impianti per l'illuminazione di impianti ed attività sportive all'aperto dovranno essere considerati nella stesura dei P.R.I.C.;
- b) gli impianti esistenti non conformi dovranno essere adeguati secondo quanto previsto nell'Allegato D (Normative e parametri di riferimento);
- c) gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi di variazione dell'illuminamento con conseguente parzializzazione del flusso luminoso in relazione alle attività/avvenimenti, quali allenamenti, gare, riprese televisive od altro;
- d) è richiesto lo spegnimento degli impianti all'ultimazione dell'attività sportiva e comunque entro le ore 24, salvo eventi sportivi di particolare rilevanza;
- e) nel caso di illuminazione di piste per sci dovranno, inoltre, essere utilizzati apparecchi di classe A come definiti nell'Allegato C (Classificazione degli apparecchi di illuminazione), seguendo il procedimento descritto nell'Allegato A (Soluzione conforme), e la dispersione della luce al di fuori delle pista medesime dovrà essere limitata, per quanto possibile, in considerazione dell'elevato valore del coefficiente di riflessione del manto nevoso.

Commenti

Gli impianti sportivi devono essere realizzati con corpi illuminanti con un'emissione luminosa verso l'alto non superiore ad una intensità luminosa massima di 0.49 cd/klm a 90° e oltre, a esclusione di impianti di grandi dimensioni, con posti a sedere superiori a 5000 persone, per i quali è richiesto espressamente di dimostrare di aver analizzato soluzioni alternative per il contenimento dei fenomeni di abbagliamento.



Figura 2.10 - Impianti sportivi illuminati in modo conforme alla L.P. 16/07 con proiettori asimmetrici orientati orizzontalmente e che non disperdono luce verso l'alto.

Nello specifico in figura 2.11 è riportato l'esempio di un impianto sportivo di grandi dimensioni la cui illuminazione è realizzata con emissione diretta verso l'alto contenuta entro 0.49 cd/klm a 90° ed oltre, a dimostrazione che anche per grandi impianti, la scelta di soluzioni eco-compatibili è comunque preferibile a soluzioni di illuminazione tradizionale, questo richiede una maggiore ricerca in termini di prodotti di qualità, ma comunque con risultati effettivamente superiori:

- in termini di contenimento dell'inquinamento luminoso, di abbattimento dei fenomeni di luce intrusiva, e abbagliante;
- in termini di riduzione dei costi di primo impianto ed energetici (nel caso della figura 5.25 del 15%).



Ulteriori indicazioni sugli impianti da sci sono inserire nella PARTE 3 – del Piano impianti sportivi.



Figura 2.11 – Salò (Bs): impianto sportivo di grande dimensioni conforme alla L.P. 16/07

e. Monumenti ed edifici

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 – VI) Prescrizioni per impianti particolari, comma 1).

1) Per gli impianti destinati all'illuminazione di edifici storici e monumenti il progetto illuminotecnico non è soggetto alle indicazioni previste dall'Allegato A (Soluzione conforme) o dall'Allegato B (Soluzione calcolata), ma deve riportare la verifica del rispetto dei valori limite e delle prescrizioni di cui al punto D.4, paragrafo 4, dell'Allegato D (Normative e parametri di riferimento).

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 – Allegato D).

D.4) Valori limite ammessi:

4) Nel caso di illuminazione di facciate di edifici storici e monumenti la luminanza media deve essere inferiore a 0,8 cd/m² 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.

Sintesi : Disposizioni specifiche per edifici e monumenti

Illuminazione di edifici generici e/o capannoni:

- illuminazione di tipo radente, dall'alto verso il basso, o comunque con intensità luminosa massima dei corpi illuminanti minore di 0.49 cd/klm a 90° ed oltre;
- sorgenti al sodio a alta e bassa pressione, o in alternativa impianti dotati di sensori di movimento per l'accensione degli apparecchi per l'illuminazione di protezione;



- spegnimento parziale o totale, o diminuzione di potenza impiegata, entro le ore ventiquattro.

Illuminazione di edifici e monumenti di comprovato valore artistico, architettonico e storico:

- preferibile una illuminazione di tipo radente, dall'alto verso il basso con intensità luminosa massima dei corpi illuminanti minore di 0.49 cd/klm a 90° e oltre;
- sono ammesse altre forme di illuminazione, purché i fasci di luce rimangano entro il perimetro delle stesse, l'illuminamento non superi i 15 lux o l luminanza (in alternativa) non sia superiore ad una luminanza media di 0,8 cd/m²;
- adottare ottiche in grado di collimare il fascio luminoso anche attraverso proiettori tipo spot o sagomatori di luce, ed essere corredato di eventuali schermi antidispersione;
- spegnimento (per lo meno per la parte con emissione superiore a 0.49 cd/klm a 90° ed oltre), negli altri casi parzializzazione o diminuzione di potenza impiegata.

f. Insegne prive di illuminazione propria

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 – VI) Prescrizioni per impianti particolari, comma 4).

4) Insegne luminose:

a) l'illuminazione delle insegne, considerate diffondenti, non dotate di illuminazione propria, devono essere illuminate dall'alto verso il basso;

b) la luminanza delle insegne, in qualsiasi modo illuminate, non deve superare il valore massimo previsto per i segnali stradali internamente illuminati (si veda l'Allegato D - Normative e parametri di riferimento);

c) le insegne luminose con superficie illuminata maggiore di 10 m² dovranno essere considerate nella redazione dei P.R.I.C.;

d) tutte le insegne luminose non preposte alla sicurezza ed a servizi di pubblica utilità (ospedali, farmacie, polizia, carabinieri, vigili del fuoco ecc.) sono sottoposte ad orario regolamentato dai comuni.

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 – Allegato D).

8) Le insegne luminose non potranno avere una luminanza maggiore della classe L3 di cui alla norma UNI EN 12899-1.

Chiarimenti

L'illuminazione di insegne deve essere realizzata con apparecchi che nella posizione di installazione hanno una emissione luminosa massima di 0.49 cd/klm a 90° ed oltre.

Nel solo caso delle insegne questo risultato si può ottenere anche con corpo illuminante inclinato purché il prolungamento e/o l'estensione del vetro di chiusura piano del proiettore, intercetti la parete.



Cles Light Plan

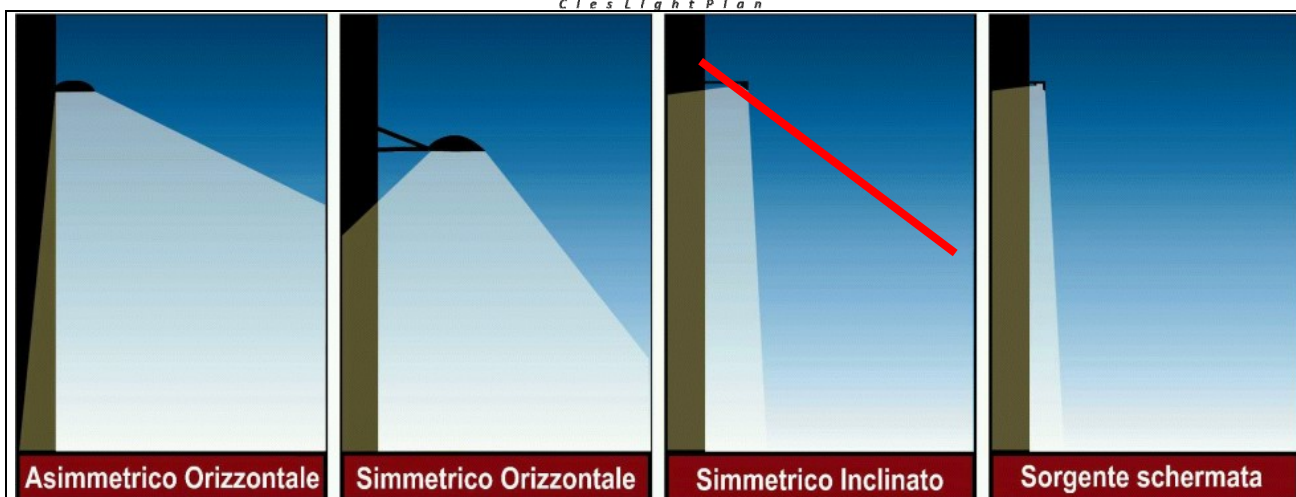


Figura 2.12– **Installazioni ammesse.** Nel caso “Simmetrico Inclinato”, l’inclinazione deve essere tale che il piano passante per il vetro del proiettore inclinato venga comunque intercettato dalla parete altrimenti l’apparecchi non risulta più conforme. (Cortesia CieloBuio)

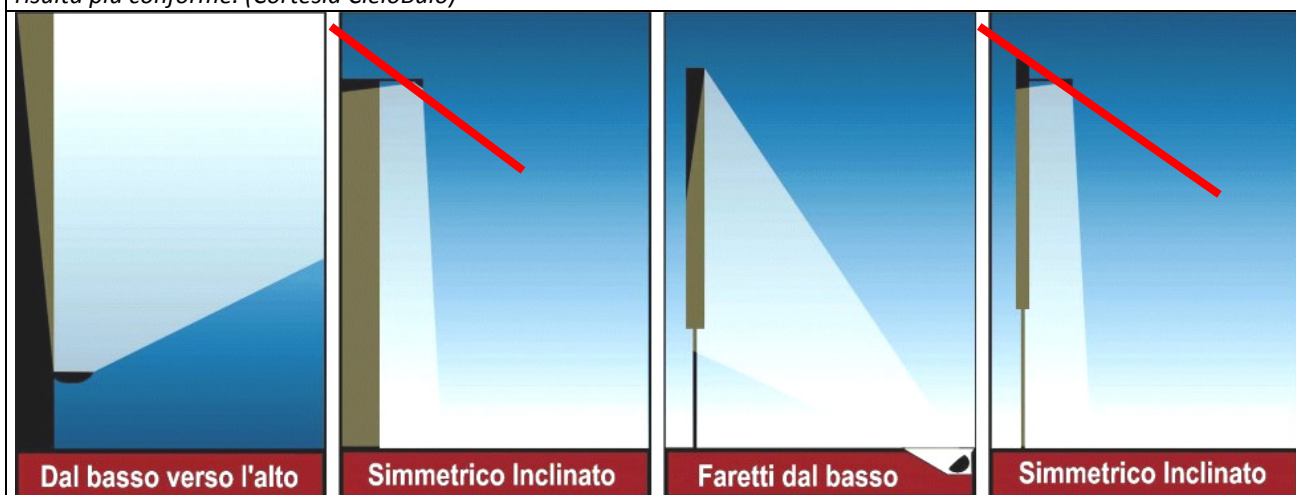


Figura 2.13 – **Installazioni non conformi alla L.P. 16/07 e s.m.i.** Nella rappresentazione grafica sovrastante, partendo da sinistra, l’illuminazione dal basso non è consentita se non per illuminazione di manufatti storici ed artistici ma mantenendo il fascio all’interno della sagoma dello stesso; nella seconda l’illuminazione dell’apparecchio inclinato va oltre l’edificio in quanto il piano passante per il vetro del proiettore inclinato non viene intercettato dalla parete. Nella terza e quarta immagine l’illuminazione del cartellone non è corretta in quanto l’unica illuminazione consentita sarebbe quella con proiettore orizzontale dall’alto verso il basso. (Cortesia CieloBuio)

g. Effetto della nebbia nella visione notturna con luce artificiale

Riferimenti

1. Misurazione della distanza di visibilità in condizioni di nebbia - Relazione IEN, 1 aprile 1993.
2. Rapporto sulle prove di visibilità in condizioni di nebbia - Relazione IEN, 23 gennaio 1995
3. Misurazione delle distanze di visibilità in condizioni di nebbia - Relazione IEN, 6 febbraio 1995.

La nebbia ha un ruolo importante nel periodo invernale nell’area della pianura si riporta quindi un estratto di una relazione dell’Istituto Tecnico Nazionale Galileo Ferraris, che attraverso alcune rilevazioni negli anni



dal 1993 al 1995, ha illustrato i risultati delle misurazioni effettuate in condizioni di nebbia ed in corrispondenza di uno svincolo autostradale in cui coesistevano impianto di illuminazione, segnaletica orizzontale (passiva) e linea di luce (segnaletica attiva). Di seguito viene riportato un breve estratto e le conclusioni riportate.

I risultati di dette misurazioni si prestano ad un confronto sull'efficacia di questi tre sistemi per il miglioramento della visibilità in condizioni ambientali difficili, come quelli dovuti alla nebbia. Questi risultati possono essere estesi ai casi simili, ossia a spazi in cui la sicurezza della circolazione è garantita dalla visibilità dei percorsi e dei loro confini, come le rotatorie, i piazzali ed i caselli autostradali.

L'utilizzo dei tre sistemi sopra indicati è certamente utile e, in condizioni ambientali ideali ossia con buona visibilità, essi concorrono in uguale misura al miglioramento della sicurezza. Viceversa, in condizioni ambientali non ideali (foschia o nebbia) l'efficacia è molto diversa nei tre casi.

Come noto, la nebbia attenua la luce in modo esponenziale con la distanza, in misura che cresce con il così detto coefficiente di estinzione, da cui dipende anche la distanza di visibilità convenzionale adottata dai meteorologi, come indicato nella tabella.

Condizioni atmosferiche diurne	Distanza di visibilità [m]	Coefficiente di estinzione [1/m]
Nebbia leggera	1000	0.003
Nebbia moderata	500	0.006
Nebbia spessa	200	0.015
Nebbia densa	50	0.06
Nebbia molto densa	30	0.10
Nebbia estremamente densa	15	0.20

Il secondo fenomeno con cui deve fare i conti la circolazione automobilistica è la diffusione delle minuscole goccioline d'acqua che compongono la nebbia. Come è noto, la diffusione della luce messa dai proiettori di un'autovettura porta alla creazione di una luminanza di velo davanti agli occhi del guidatore (il così detto "muro bianco"), con una conseguente ulteriore riduzione della distanza di visibilità. ***Ciò avviene anche per la luce emessa da un impianto di illuminazione, la cui presenza in condizioni di nebbia può essere controproducente, provocando anche una riduzione della distanza di visibilità a causa dell'aumento della luminanza di velo e dando al guidatore un effetto psicologico di maggior sicurezza, con una conseguente inconscia spinta ad aumentare la velocità oltre i limiti di sicurezza.***

Deve inoltre essere notato che la luminanza di velo riduce la visibilità degli oggetti sulla strada e quindi anche l'efficacia della segnaletica passiva.

Viceversa, la visibilità dei sistemi di segnalazione attiva (linea di luce, segnaletica verticale internamente illuminata) non viene attenuata dalla presenza di luminanza di velo, in quanto questi sistemi non richiedono l'illuminazione da parte dei proiettori dell'autovettura. Inoltre, essi non generano luminanza di velo e perciò



non riducono la visibilità degli oggetti sulla carreggiata. In linea di principio, la segnaletica attiva si presenta come decisamente più vantaggiosa per la sicurezza in condizioni di nebbia rispetto all'illuminazione.

Conclusioni

La presenza dell'impianto di illuminazione nello svincolo non ha contribuito al miglioramento della visibilità della segnaletica orizzontale: la visibilità della segnaletica orizzontale era la stessa in presenza e in assenza di impianto di illuminazione. Viceversa, la presenza di illuminazione dava al guidatore un effetto di falsa sicurezza spingendolo ad accelerare pericolosamente.

La segnaletica passiva era scarsamente visibile a causa della sporcizia, il cui effetto, come prevedibile, era molto maggiore sulla segnaletica passiva mentre la linea di luce appariva conservare buone caratteristiche anche sporca.

La linea di luce costituiva una guida ottica giudicata molto utile: per un centinaio di metri di fronte all'autovettura era chiaramente visibile il percorso da seguire. Si tratta di un risultato interessante, soprattutto se confrontato con la ben minore visibilità della segnaletica passiva.

Questi risultati possono essere estesi ad altre situazioni analoghe di utilizzo di segnaletica attiva.

Per questo stesso motivo la L.P. 16/07 e s.m.i. incentiva l'adozione di segnaletica attiva in alternativa ai normali impianti d'illuminazione tradizionali, promuovendo a tal proposito proprio sistemi a led che hanno la caratteristica di fornire una informazione luminosa puntuale e per tale motivo percepibile anche a grandi distanze anche in caso di cattiva visibilità.



2.9 - CRITERI TECNICI IMPIANTI IN DEROGA AL PROGETTO ILLUMINOTECNICO

a. Impianti in deroga all'autorizzazione

(Regolamento Attuativo L.p. 16/07 art. 2 , comma 3, lettera b).

Art. 3 - Impianti di illuminazione esterna non soggetti ad autorizzazione

1. Non sono soggetti all'autorizzazione prevista dall'articolo 2 i seguenti impianti di illuminazione esterna:

a) alimentati da un unico punto di consegna con emissione luminosa complessiva inferiore a 5.000 lm e realizzati con le tipologie di sorgente luminosa ammesse dal piano provinciale;

b) alimentati da un unico punto di consegna, purché con emissione luminosa complessivamente inferiore a 100.000 lm, e riferibili alle seguenti tipologie di impianti:

1) di allarme, di segnalazione e di regolazione del traffico, di illuminazione delle vie di fuga;

2) per l'illuminazione di feste e di manifestazioni all'aperto con carattere di temporaneità e provvisorietà di durata non superiore a 20 giorni continuativi;

3) di luminarie natalizie temporanee con funzionamento di durata non superiore a 60 giorni;

4) relativi ad attività temporanee connesse con l'ordine pubblico, la difesa, la sicurezza e la protezione civile;

5) regolati da sensore di presenza e con periodo di funzionamento strettamente legato alla presenza o passaggio di persone o di veicoli.

c) temporanei destinati all'illuminazione di cantieri, che dovranno comunque essere conformi al piano provinciale.

(Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 – VIII) Impianti non soggetti).

VIII) Impianti non soggetti

Per le tipologie di impianto di seguito indicate non è richiesta né l'autorizzazione prevista dagli articoli 2 e 4 del regolamento di attuazione della l.p. n.16/2007 né il progetto illuminotecnico e quindi la redazione dei Modelli A o B previsti rispettivamente nell'Allegato A (Soluzione conforme) e nell'Allegato B (Soluzione calcolata):

1) impianti alimentati da un unico punto di consegna con emissione luminosa complessiva inferiore a 5.000 lm e realizzati con le tipologie di apparecchi diverse dalla classe E (vedi Allegato C (Classificazione degli apparecchi di illuminazione)), purché l'installatore rilasci al committente la dichiarazione che l'impianto è alimentato da un unico punto di consegna, ha emissione complessiva inferiore a 5.000 lm ed è realizzato con tipologie di apparecchi diversi dalla classe E definita dal presente Piano provinciale;

2) impianti alimentati da un unico punto di consegna, purché con emissione luminosa complessivamente inferiore a 100.000 lm e riferibili alle seguenti tipologie di impianti:

a) di allarme, di segnalazione e di regolazione del traffico, di illuminazione delle vie di fuga;

b) per l'illuminazione di feste e di manifestazioni all'aperto con carattere di temporaneità e provvisorietà di durata non superiore a 20 giorni continuativi;

c) di luminarie natalizie temporanee con funzionamento di durata non superiore a 60 giorni;

d) relativi ad attività temporanee connesse con l'ordine pubblico, la difesa, la sicurezza e la protezione civile;

e) regolati da sensore di presenza e con periodo di funzionamento strettamente legato alla presenza o passaggio di persone o veicoli;

3) gli impianti temporanei per l'illuminazione di cantieri dovranno essere conformi alle linee guida nazionali applicabili (vedere Allegato D (Normative e parametri di riferimento)).

Come sopra evidenziato esistono delle categorie di impianti in deroga a progetto illuminotecnico e ad autorizzazione sindacale.



2.10 – APPARECCHI ILLUMINANTI CRITICI O INEFFICIENTI O A LED

Rientrano in questa categoria quattro tipologie di apparecchi/installazioni:

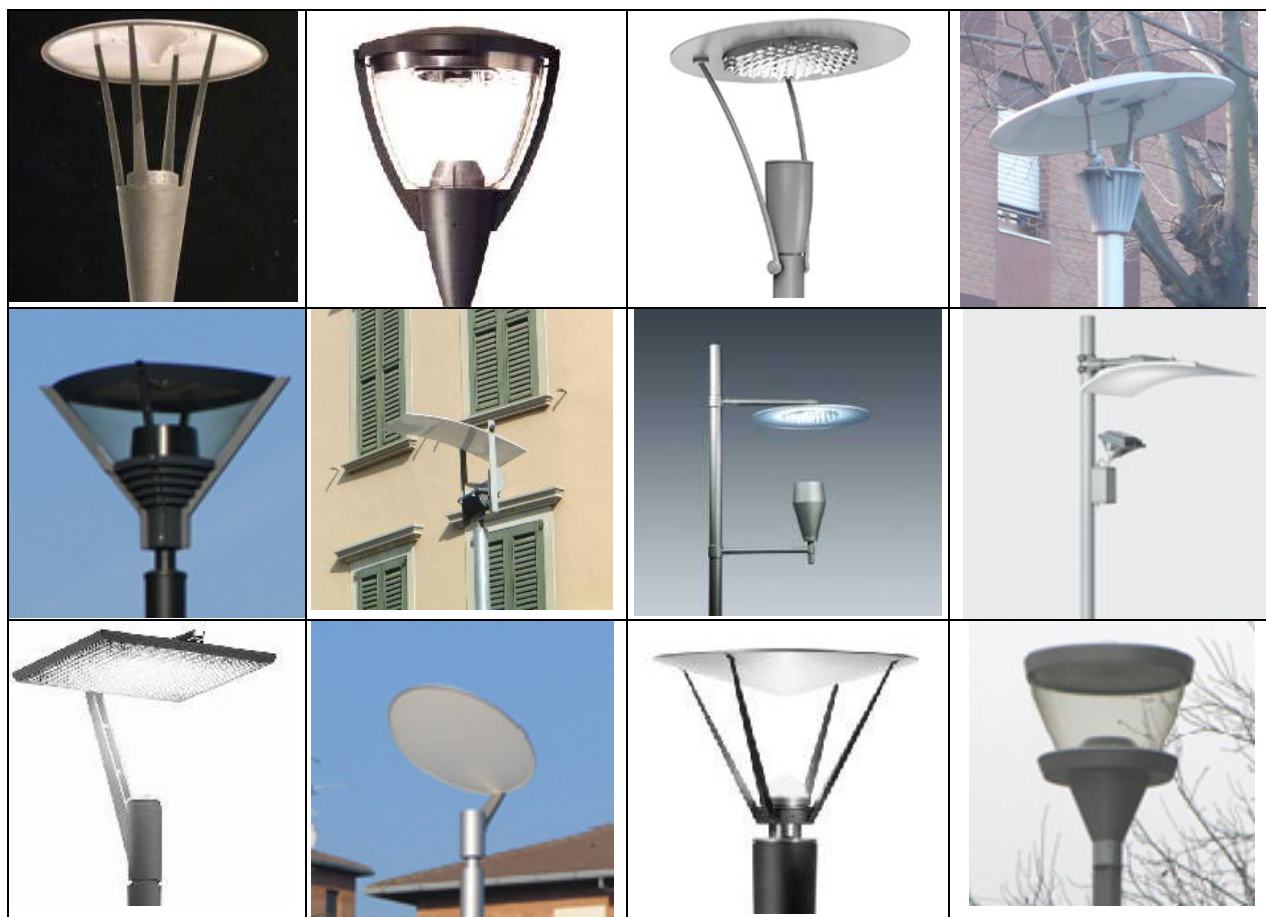
- 1- apparecchi a luce indiretta
- 2- apparecchi inefficienti a vetro curvo
- 3- incassi a terra
- 4- apparecchi a led impiegati nell'illuminazione funzionale (strade, piazze, ciclopedonali, parchi, parcheggi).

1- Apparecchi a luce indiretta

Si riportano senza esaustività alcuni esempi tratti dal sito di Cielobuio e si invita a leggere l'articolo:

http://cielobuio.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1179 .

Di piccole dimensioni:





E di grandi dimensioni:



Compatibilità L.P. 16/07 e cinque fondamentali:

Sono sempre fuori legge.

1- Emissione diretta: **VIETATE SEMPRE**. Perché lo impediscono le leggi della fisica e dell'emissione di fasci di luce non coerenti verso l'alto, anche se alcuni produttori rilasciano dichiarazioni facilmente contestabili (si veda il capitolo 2.3.b sui requisiti di legge).

2- Emissione indiretta: **IN FUNZIONE** del progetto illuminotecnico. Si veda il capitolo 2.4

3- Sorgenti luminose: **SOLO** nei casi in cui si utilizzano solo sorgenti al sodio alta pressione o ioduri metallici **SOLO** a bruciatori ceramici ($E > 90 \text{ lm/W}$) o lampade a fluorescenza compatta.

4- Ottimizzazione:

delle potenze installate: **NO MAI** in quanto i rendimenti raramente superano il 25%

del fattore di utilizzazione: **NO MAI** in quanto i rendimenti raramente superano il 25%

5- Riduttori di flusso: **SOLO** se il progetto li prevede e le sorgenti lo permettono.

Contabilità economica spicciola

Causa l'inefficienza, prodotti del tipo di cui all'allegato 3 – PARTE 2 del PRIC, possono ottenere gli stessi risultati illuminotecnici di apparecchi a luce indiretta, ma con potenze di 35-70 W rispetto a apparecchi con potenze di 150 W con risparmi annui a punto luce anche di 60-70 €.

Il loro utilizzo è di fatto direttamente o indirettamente VIETATO dalla L.P. 16/07.

Da non utilizzare mai in quanto esiste sempre una valida alternativa a norma di legge, a livello estetico, di qualità della luce e comfort visivo, nonché con maggiore efficacia illuminante.



2- Apparecchi inefficienti a vetro curvo

Si riportano senza esaustività alcuni esempi tratti dal sito di Cielobuio e si invita a leggere per maggiori approfondimenti l'articolo:

http://cielobuio.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1181



Compatibilità L.P. 16/07 e cinque criteri fondamentali:

Sono sempre fuori legge.

- 1- Emissione diretta: **NO**. Proprio per le leggi della Fisica e in particolare della rifrazione dei vetri curvi, anche se alcuni produttori rilasciano alcune dichiarazioni facilmente contestabili (si veda il capitolo 2.3.b sui requisiti di legge)
- 2- Emissione indiretta: **IN FUNZIONE** del progetto illuminotecnico. Si veda il capitolo 2.4
- 3- Sorgenti luminose: **SI SOLO** nei casi in cui si utilizzano solo sorgenti al sodio alta pressione o ioduri metallici solo a bruciatori ceramici ($E > 90 \text{ lm/W}$) o lampade a fluorescenza compatta.
- 4- Ottimizzazione:
delle potenze installate: **NO MAI** in quanto i rendimenti raramente superano il 35-40%
del fattore di utilizzazione: **NO MAI** in quanto i rendimenti raramente superano il 35-40%
- 5- Riduttori di flusso: **SI SOLO** se il progetto li prevede e le sorgenti lo permettono.

Contabilità economica spicciola

Causa l'inefficienza, diversi prodotti del tipo di cui all'allegato 3 – PARTE 2 del Piano, possono ottenere gli stessi risultati illuminotecnici di apparecchi di codesti tipo, passando però da potenze di 70-100 e 150 W a



rispettivamente 35-70W con risparmi annui a punto luce anche di 60 €.

Da non utilizzare mai in quanto in vetro curvo si sporca molto facilmente e in pochi giorni dall'installazione l'apparecchio perde parte della sua efficienza (già bassissima), si rompe rapidamente, ingiallisce se si usa polycarbonato tradizionale e soprattutto introduce elevati e incontrollati fattori di abbagliamento che deteriorano considerevolmente il comfort visivo. Inoltre esiste sempre una valida alternativa a livello estetico, di qualità della luce e comfort visivo, nonché con maggiore efficacia illuminante.

Le foto sotto riportate non sono esaustive delle **possibili alternative a prodotti a sfera o a fungo**.





3- Incassi a terra



Compatibilità L.P. 16/07 e cinque criteri fondamentali

In generale sono sempre fuori legge a meno delle deroghe di cui al precedente capitolo 2.10 o all'interno di aree coperte.

- 1- Emissione diretta: **NO** proprio perché sono degli incassi a terra rivolti verso l'alto.
- 2- Emissione indiretta: **NO**. Non applicabile in quanto sono rivolti verso l'alto.
- 3- Sorgenti luminose: **SOLO** nei casi in cui si utilizzano sorgenti a led (compatibilmente con le deroghe del capitolo 2.10), sodio alta pressione, ioduri bruciatori ceramici ($E > 90 \text{ lm/W}$) o sorgenti a fluorescenza compatta.
- 4- Ottimizzazione:
delle potenze installate: **NO** perché puntando verso l'alto non hanno alcun rendimento illuminante
del fattore di utilizzazione: **NO** perché puntando verso l'alto non hanno alcun rendimento illuminante
- 5- Riduttori di flusso: **SOLO** se il progetto li prevede e le sorgenti lo permettono.

Vantaggi degli incassi:

- essendo l'impianto interrato, non vi sono ostacoli alla visione e/o sul percorso (niente pali); possono essere asserviti a impianti internalizzati.

Svantaggi degli incassi:

- capacità illuminante prossima allo zero (se non impiegati per l'illuminazione di edifici di elevato valore storico, artistico e/o architettonico nell'ambito delle deroghe previste dalle varie leggi regionali);
- sono delicati e presentano elevati fattori di manutenzione, usura ed invecchiamento e facilmente suscettibili di atti vandalici;
- possibili fonti di pericolo per l'elevato calore sviluppato;
- evidenti e fastidiosi fenomeni di abbagliamento al passaggio, con nessun comfort visivo.



Contabilità economica spicciola

Considerando un incasso da 70 W, al costo attuale dell'energia, il suo consumo medio annuo è di circa 40 €, e i costi manutentivi sono pari a 15 €.

Un percorso di soli 50 metri, composto da soli 10 incassi, comporta un costo annuo per l'energia di 400 € + 150 € per la manutenzione e quindi complessivamente di 550 € per anno.

Si invita al completamento della trattazione a leggere l'articolo:

http://cielobuio.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1185

Da non utilizzare mai in particolare per illuminare elementi arborei e della vegetazione in quanto:

- non sono considerabili elementi fissi schermati verso l'alto;
- la flora è l'elemento dell'eco-sistema più fotosensibile e maggiormente soggetto ad alterazione dei suoi cicli biologici (fotosintesi, fototropismo, ecc.).
- favoriscono il rapido invecchiamento di tali elementi del territorio e l'attivazione di numerosi batteri e insetti che, a loro volta favoriscono l'insorgere di numerose malattie delle piante.



4- Apparecchi a led da impiegarsi nell'illuminazione funzionale

Nel 2013 le tecnologie a led, nonostante siano proliferati i rivenditori ed i proselitismi su tale tecnologia, **non permettono ancora di realizzare impianti completamente eco-compatibili** con tali apparecchi nell'illuminazione funzionale (strade, piazze, ciclopedonali, parchi, parcheggi, ecc.), e la grande disinformazione in materia tende a far credere erroneamente che utilizzando tali prodotti:

- si evita l'inquinamento luminoso;
- si risparmia energia e non si riduce la manutenzione;
- si rispettano leggi e norme.

Uno studio da noi realizzato su oltre 100 prodotti (la quasi totalità dell'attuale produzione di apparecchi funzionali presente sul mercato), ha evidenziato che solo il 5-10% potrebbero avvicinarsi al rispetto delle norme di settore (capitolo 2.4) con risparmi energetici ridottissimi (anzi con risultati di molto inferiori a impianti tradizionali) e soprattutto questo è possibile oggi quasi solo nel caso di utilizzo di sorgenti luminose da 4000 a 6000 °K che implicano una illuminazione assolutamente non confortevole, spesso abbagliante, pericolosa per l'ambiente e la salute dell'uomo (si vedano di seguito) e senza certezza in termini di durata di vita.

Gli impianti a led saranno probabilmente entro qualche anno un'alternativa valida agli impianti tradizionali nell'illuminazione di strade ma solo quando si impiegheranno temperature di colore accettabili (minori di 3500 K) e quanto saranno vantaggiosi, a parità di condizioni e di rispetto delle norme, per:

- risparmio di prima installazione (oggi non possibile)
- risparmio energetico (oggi possibile ma non superiore al 10-15%)
- risparmio manutentivo sull'intera vita dell'impianto pari a 25 anni (oggi non raggiungibile).

I principali limiti in cui si devono inquadrare i sistemi a LED, oltre alla temperatura di colore superiore a 4000K per essere sufficientemente efficienti, sono dovuti ad uno dei componenti essenziali per il loro funzionamento, gli alimentatori elettronici che hanno i seguenti problemi:

- Durata garantita sempre inferiore a 16.000 ore (pari ad una lampada al sodio ma con costi 8-10 volte superiori),
- Impiego ancora di condensatori elettrolitici,
- Dimensionamento per le temperature di esercizio standard per applicazioni civili mentre sarebbero necessari temperature di progetto minime (-40°C) e massime (+110°C),
- Dimensionamento per compatibilità elettromagnetica almeno il 30-35% inferiore a quella necessaria.



- Alti problemi di isolamento da scarica atmosferiche (con un numero di guasti elevato)

LINEE GUIDA MINIME PER IMPIANTI FUNZIONALI STRADALI A LED

1. Rispetto dei cinque criteri suesposti (capitoli 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7)
2. Adozione di apparecchi a led con temperatura di colore < 3500 K

LINEE GUIDA PER IMPIANTI DI EDIFICI E MONUMENTI, ARREDO, RESIDENZIALI, GIARDINI, SEGALAZIONI, ECC. CHE IMPIEGANO LED

1. Rispetto dei cinque criteri sopra esposti garanzia di qualità ed efficienza dell'illuminazione. (capitoli 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7) e delle deroghe di legge ove applicabili (capitoli 2.9 e 2.10)

UTILIZZO LED

SI SCONSIGLIA vivamente il loro impiego in applicazioni funzionali (piazze, strade, etc.)

SI CONSIGLIA l'impiego di prodotti a LED in alternativa a prodotti tradizionali per applicazioni decorative, residenziali, segnalazione stradale e semaforica, illuminazione votiva, illuminazione di monumenti e edifici di valore storico e architettonico, piste ciclabili e pedonali.

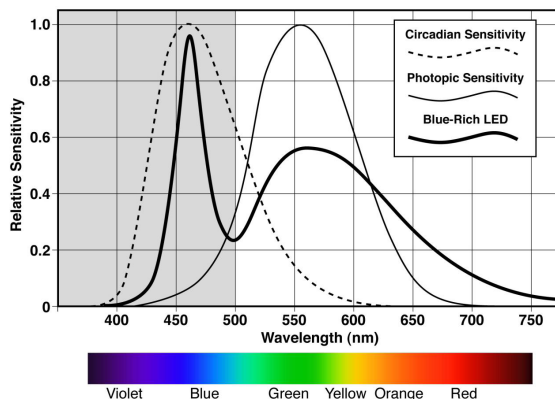
In qualsiasi caso se si utilizzano impianti a LED in ambiti funzionali impiegare esclusivamente sorgenti luminose eco-compatibili e eco-sostenibili con temperature di colore <3500K

L.P. 16/07 della Provincia di Trento non prevede prescrizioni in merito, ma già altre regioni come Lombardia, Emilia Romagna stanno per adottare analoghi criteri limite esistono inoltre già dei disposti legislativi in vigore con analoghi limiti fra cui la L. della Provincia di Bolzano n. 4/2001 che ha posto come limite un ampio 4000K o la recentissima modifica di Legge della Regione Friuli n. 15/2007 che prevede un limite massimo alla temperatura di colore di 3300K.

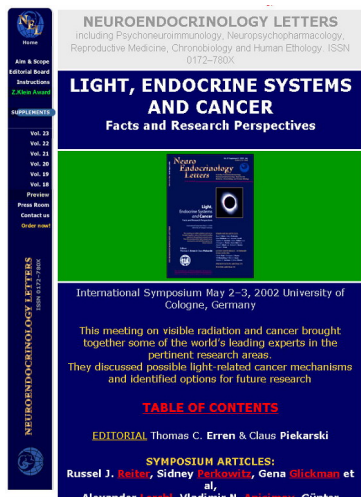
Prima di descrivere nel dettaglio l'impatto e la pericolosità di tale tecnologia per temperature di colore superiori a 3500K, è necessario inoltre citare l'interrogazione parlamentare di novembre 2010 al Ministro della Sanità Fazio, sulla problematica derivante dall'utilizzo dei Led sulla Salute Pubblica, il 27 aprile 2011 il Ministro ha risposto riportando le valutazioni acquisite dall'Istituto superiore di Sanità, affermando che la situazione, a danno della Salute Pubblica, è rilevante, e intende promuovere un approfondimento, affinché in Italia vengano applicate raccomandazioni analoghe a quelle contenute nel rapporto dell'ANSES del Ministero Francese.



1. Grafico di influenza della luce blu sull'uomo e sull'ambiente

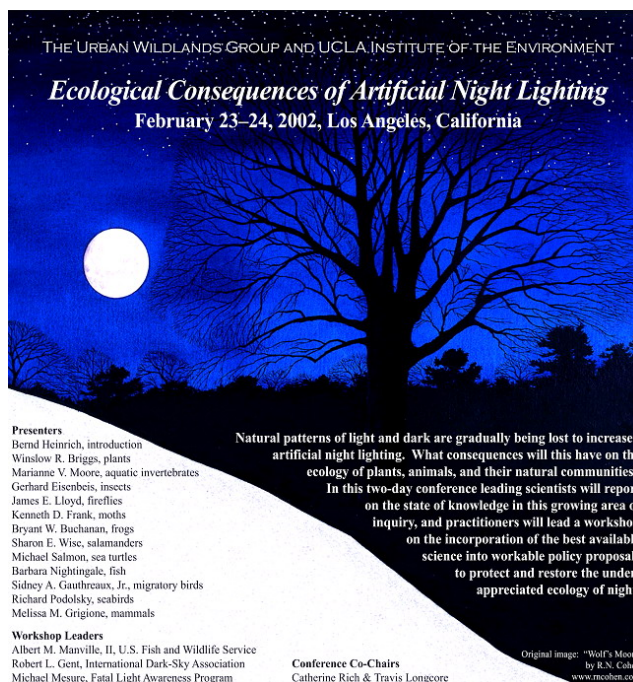


Nelle sorgenti a led la componente blu (si veda il picco in grassetto) tende ad aumentare avvicinandoci a 4000-5000-6000 K e oltre. Questa componente influenza fortemente i cicli circadiani degli esseri viventi, e non è l'emissione luminosa che più coincide con la visione del nostro occhio durante gli orari notturni ed a bassi valori di illuminamenti (minori di 20-30lx).



Da questo ne deriva che molti studi hanno evidenziato un forte legame fra produzione di melatonina e luce e alcune tipologie di cancro. Tali correlazioni sono state anche al centro di numerosi studi e congressi internazionali

La luce con temperatura di colore superiore a 3500K ha una pesante influenza sui ritmi circadiani di uomo e ambiente con le logiche conseguenze che ne derivano.





Il 25 Ottobre 2010 l'ANSES (l'Agenzia francese per l'Alimentazione, l'Ambiente, la Salute e la Sicurezza sul Lavoro) ha pubblicato uno studio riguardante i rischi per la salute connessi all'uso di illuminazione a LED. E' la prima volta che viene realizzato uno studio del genere. Le ricerche sono state eseguite da un gruppo di esperti costituito da oftalmologi, dermatologi, esperti di illuminazione e di fisica delle radiazioni visibili. I ricercatori hanno investigato le interazioni della luce con i sistemi biologici e i possibili rischi dell'uso dei LED per la pubblica illuminazione.

Clicca qui per scaricare il [documento originale](#) in francese (pdf 310 pagine) o qui per la presentazione dei [risultati](#) in inglese (pdf 12 pagine). I documenti sono disponibili anche sul sito di CieloBuio: [francese](#) - [inglese](#)

I principali fattori di rischio emersi sono l'**elevata presenza di componente blu nello spettro delle lampade a LED**



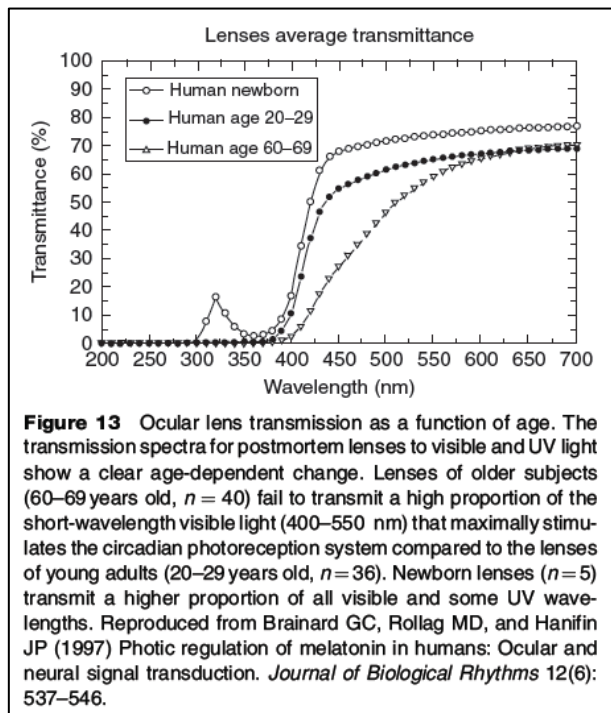
usate per illuminazione e l'elevata luminanza che può produrre abbagliamento. Riguardo alla componente blu è stato appurato che il livello di rischio dipende dalla dose cumulata di luce alla quale la persona è esposta. Questo significa che non esiste una dose minima tollerabile e che l'effetto negativo è particolarmente evidente nei soggetti sensibili (bambini, persone fotosensibili, persone esposte per lunghi periodi ad illuminazione a LED). Si è riscontrata una particolare **tossicità per le cellule della retina** che subiscono un vistoso stress ossidativo in presenza di componente blu. Per questo l'ANSES consiglia di:

- **evitare l'uso dei LED a luce fredda in luoghi frequentati dai bambini e negli oggetti da loro utilizzati (es. giocattoli);**
- **informare i pazienti con particolari malattie o che utilizzano farmaci che aumentano la fotosensibilità, sui rischi dell'esposizione alla luce con componente blu;**
- **realizzare dispositivi di sicurezza per i lavoratori che sono esposti per lunghi periodi ad illuminazione a LED.**

Per la luminanza ed il rischio di abbagliamento, si è visto che singole sorgenti LED possono superare anche di 1000 volte la soglia di comfort visivo sia a causa dell'errato design dei corpi illuminanti che per

l'eccessiva direzionalità degli stessi. E' quindi necessario realizzare lampade LED dal design (dal punto di vista della performance ottica) migliore e con caratteristiche ottiche in grado di rendere più diffusa la luce prodotta. Inoltre sono stati eseguiti studi basandosi sullo Standard Europeo per la Sicurezza Fotobiologica (NF EN 62471) che considera tutti i rischi (termici e fotochimici) che possono riguardare l'occhio esposto ad una radiazione luminosa. Secondo questo standard, esistono 4 classi di rischio (nullo, basso, moderato ed elevato). E' stata evidenziata la presenza sul mercato di dispositivi a LED con un fattore di rischio superiore ad alcuni dispositivi tradizionali ancora in commercio. Per questi l'ANSES raccomanda che vengano tolti dal mercato e che rimangano a disposizione soltanto per uso professionale o medico. A causa della scarsità delle informazioni e della confusione riguardante i sistemi LED presenti sul mercato, l'ANSES suggerisce la realizzazione di sistemi di controllo della qualità ed etichettatura che assicurino la qualità e la sicurezza del prodotto per l'utente finale. In particolare, secondo l'ANSES, risulta necessario realizzare un'etichetta chiara che riporti tutte le caratteristiche tecniche, la classe di rischio fotobiologico ed ogni altro potenziale rischio per la salute, riguardo ai LED e ad ogni altra fonte di illuminazione.

Grazie a questo lavoro, l'ANSES ha iniziato a colmare un vuoto informativo del quale, finora, hanno approfittato venditori senza scrupoli per promuovere dei prodotti di scarsa qualità e pericolosi per la salute. La strada del LED per illuminazione pubblica sembra ben avviata ma è necessario correggere il tiro e tornare con i piedi per terra, non facendosi trascinare dai falsi entusiasmi ma analizzando in maniera obiettiva le reali possibilità che la tecnologia offre. L'ANSES conclude il lavoro suggerendo una serie di tematiche di studio che dovrebbero essere sviluppate per comprendere al meglio la tecnologia LED e i suoi impatti. Grazie a lavori di questo tipo, anche la ricerca tecnologica potrà svilupparsi nella giusta direzione, correggendo quei problemi che oggi rendono gran parte dei LED per illuminazione pubblica pericolosi per la salute e per l'ambiente e quindi altamente sconsigliabili.



2. Grafico di influenza della luce blu sulla visione dell'uomo al crescere dell'età

Encyclopedia of Neuroscience (2009), vol. 2, pp. 971-988, Circadian Rhythms: Influence of Light in Humans scritta da S W Lockley, Brigham and Women's Hospital and Harvard Medical School, Boston, MA, USA- 2009 Elsevier Ltd. All rights reserve

Il grafico mostra che il cristallino delle persone fra 60 e 69 anni, trasmette la metà della luce a 450 nm rispetto ai 20-29enni e un terzo di quella a 425 nm.

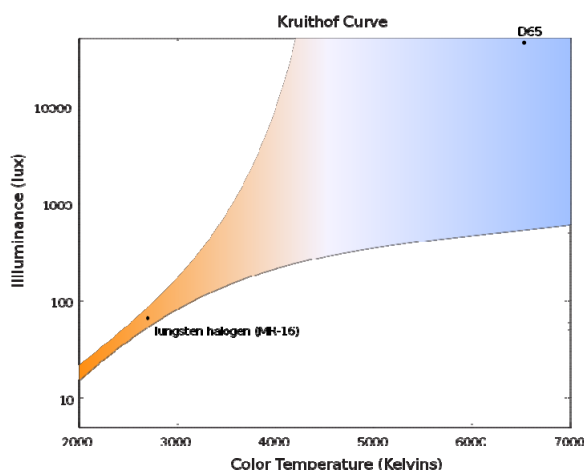
Significa che la luce blu (si veda il grafico precedente) viene diffusa maggiormente all'interno dell'occhio umano senza essere sfruttata nella visione. L'utilizzo quindi di lampade ad alto contenuto di blu o ad elevato rapporto Scotopico/Fotopico aumenta la disparità di visibilità che hanno i guidatori di diverse età. Questo non avviene per la luce arancio-gialla delle lampade al sodio a alta pressione che viene trasmessa praticamente allo stesso modo anche a queste età.

Ciò significa che per la popolazione che supera i 60-69 anni una luminanza misurata di 1cd/m² su una strada è percepita con lampade al sodio ad alta pressione pari a circa 1cd/m²,

mentre con lampade a luce blu (ioduri metallici a bruciatore ceramico ed ancora peggio LED da 4000-5000-6000 K e oltre) viene percepita in modo inferiore ed in particolar modo per quanto pesa il contributo della luce blu e della minore sensibilità a questa sino a 0.5cd/m² o 0.3cd/m². La differenza è quella che sussiste fra l'illuminazione di una statale e l'illuminazione di una strada urbana qualsiasi.

Sorgenti con temperature di colore superiore a 3500K vengono percepite quasi solo alla metà per persone con più di 60 anni a casua dell'ingiallimento e invecchiamento del cristallino con le logiche problematiche di sicurezza stradale e pedonale che questo comporta.

3. Curva di Kruithof e confortevolezza della luce



Questa curva mostra come a basse luminanze (al massimo ricordiamo che sulle strade abbiamo 20-30lx di notte) le sorgenti luminose che rendono più confortevole e piacevole la visione sono quelle "calde" con bassa temperatura di colore inferiore anche a 2500°K. Quindi sorgenti a led sino a 3000-3500°K hanno temperature di colore accettabili man mano che ci si allontana da questi valori 4000-5000-6000°K ed oltre la luce artificiale diventa di bassissima qualità, vivibilità e piacevolezza. In particolare il led con temperature di colore elevata, hanno fortissime componenti blu e l'emissione appare fortemente tendente al blu con una sensazione di freddezza e spettrale.



Sorgenti con temperature di colore superiore a 3500K sono assolutamente poco piacevoli e confortevoli come è evidente anche dalle foto sotto riportate che hanno apparenza spettrale.



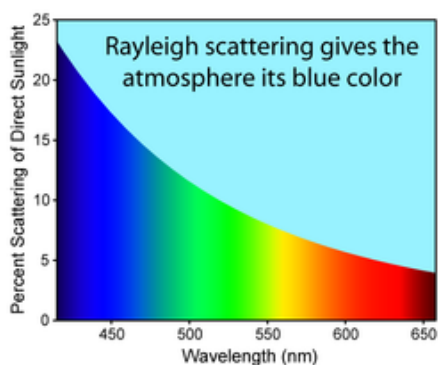
Illuminazione di Piacenza e di Alessandria a 5000-6000K

4. Inquinamento Luminoso: Luce bianco-blu dei LED è sino a 3-4 volte più inquinante di quella di sorgenti calde

Il fenomeno fisico su cui si basa questa valutazione è l'effetto di Scattering di Rayleigh ampiamente descritto su Wikipedia ed introdotto come:

"Rayleigh scattering (named after the British physicist Lord Rayleigh) is the elastic scattering of light or other electromagnetic radiation by particles much smaller than the wavelength of the light, which may be individual atoms or molecules. It can occur when light travels through transparent solids and liquids, but is most prominently seen in gases. Rayleigh scattering is a function of the electric polarizability of the particles".

In sostanza la luce viene diffusa molto di più dalle molecole dell'atmosfera per sorgenti con forti componenti bianco-blu (come i LED) piuttosto che per sorgenti con forte componente verso il giallo (come per le sorgenti al sodio alta pressione).



La diffusione dipende in modo inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda alla quarta potenza. Più la lunghezza d'onda si avvicina alle dimensioni delle molecole e degli atomi e maggiormente la radiazione sarà diffusa, in particolare raddoppiando la lunghezza d'onda la diffusione diventa 1/16 (un sedicesimo).

Questo significa che la luce a 450 nm (tipo quella dove emettono maggiormente i LED) viene diffusa il TRIPLIO rispetto a quella a 590 nm del sodio.

Questo fa peggiorare le cose in prossimità (fino ad alcune decine di km) dalle sorgenti e le fa migliorare lontano, perchè la luce blu si è già diffusa prima ed ha già inquinato prima di arrivare.

NON E' UN CASO CHE Il cielo diurno sia blu! Infatti è proprio perchè la componente blu della luce proveniente dal Sole viene diffusa dalla nostra atmosfera in modo molto maggiore rispetto a quella di lunghezze d'onda maggiori.

Il grafico nella pagina di wikipedia qui riportato rende bene l'idea e vale anche al contrario, cioè per la luce emessa dai lampioni verso l'alto!

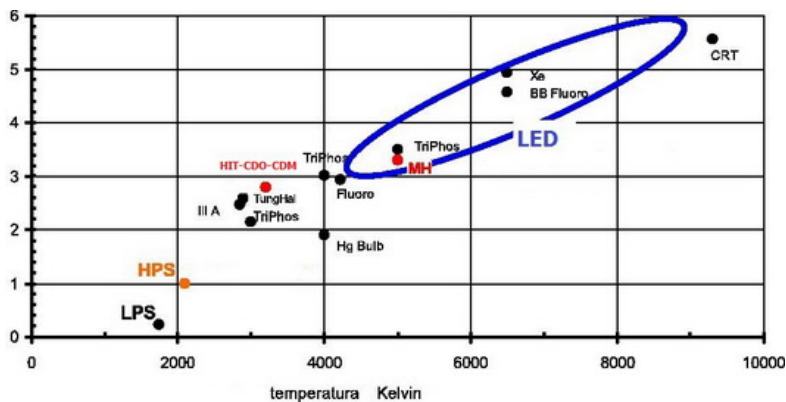
In particolare si vede che la luce blu viene diffusa 3-4 volte di più rispetto a quella gialla.

Oltre a questo effetto bisogna tener conto del fatto che all'osservazione astronomica visuale scotopica la luce a 500 nm viene percepita circa 15-20 volte più intensa di quella a 590 nm (si veda il secondo grafico dell'Enciclopedia Hyperphysics).

RISULTATO: Come si vede dal grafico di B. Clark



- Nell'osservazione astronomica visuale scotopica sorgenti a LED da 6000-7000 K incrementano l'inquinamento luminoso (asse delle ordinate) di ben 3-3.5 volte rispetto a sorgenti al sodio alta pressione
- Nell'osservazione astronomica visuale scotopica sorgenti a LED da 3000-4000 K incrementano l'inquinamento luminoso (asse delle ordinate) di ben 1.5-2 volte rispetto a sorgenti al sodio alta pressione



Graph was calculated by dr. Barry Clark - Astronomical Society of Victoria

Parte di questo documento è tratto da Wikipedia la quale concede il testo sotto licenza: Creative Commons Attribution-ShareAlike License; additional terms may apply. See Terms of Use for details. Wikipedia® is a registered trademark of the Wikimedia Foundation, Inc., a non-profit organization.

Sorgenti con temperatura di colore superiore a 3500K sono sempre più inquinanti sino a 3-4 volte più inquinanti di sorgenti tradizionali.

5. Tipo di asfalti: La luce "bianca-blu" dei LED viene riflessa meno dall'asfalto. A parità di luce con i LED strade più buie ed insicure!

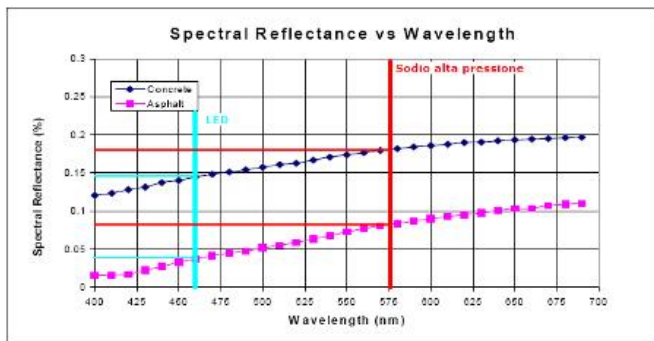


Figure 4. Spectral reflectance vs. wavelength for concrete and asphalt.

L'asfalto riflette la luce e la percezione della quantità di luce riflessa nella nostra direzione è la luminanza.

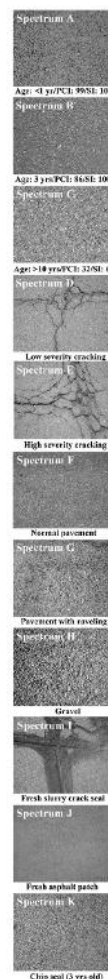
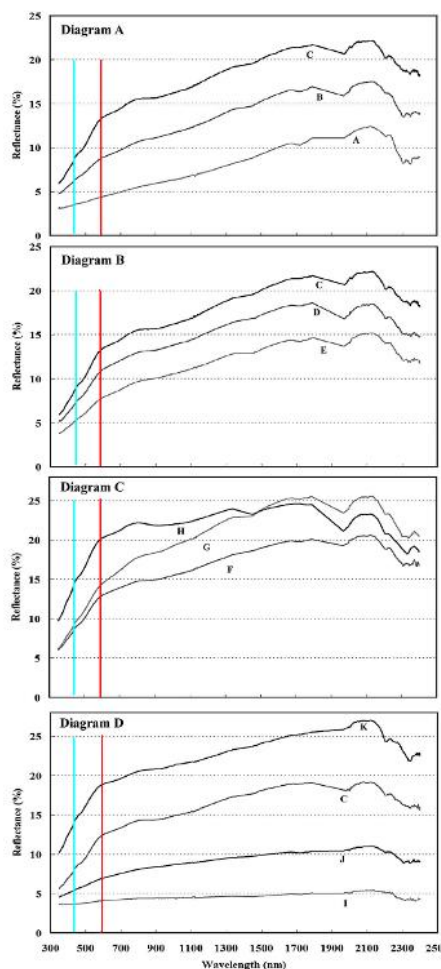
Le norme EN13201 e UNI11248 impongono di rispettare specifici valori minimi di luminanza e di uniformità delle luminanze (generali e longitudinali), per rispettare la regola dell'arte.

Purtroppo ci si dimentica che non tutta la luce viene riflessa allo stesso modo e che le sorgenti emettono sullo spettro elettromagnetico in modo diverso. Questo comporta che potrebbero esserci (e ci sono) differenze, se una sorgente emette principalmente verso il bianco-blu (Ioduri e LED) o verso il giallo (sodio alta pressione).

Anche in questo caso ci sono parecchie sorprese:

PCA R&D Serial No. 2458

Influence of Pavement Reflectance on Lighting for Parking Lots





by W. Adrian and R. Jobanputra

©Portland Cement Association 2005

La differenza di riflettanza alle diverse lunghezze d'onda è piuttosto evidente dalla precedente Figura 4 tratta dalla pubblicazione in bibliografia: nella zona di massima emissione del sodio alta pressione (linea verticale rossa), la riflettanza sui cementi è del 18% circa e del 9% circa sull'asfalto, mentre al picco di emissione dei led (linea verticale azzurra) la riflettanza scende al 14% per cementi ed al 4% per asfalti, praticamente si riduce di circa oltre la metà per l'asfalto.

Il grafico di Figura 5 è ancora più evidente: il sodio emette dove l'asfalto riflette meglio, mentre i LED e le sorgenti a forte componente blu, emettono dove l'asfalto ed il cemento riflettono meno, MOLTO meno.

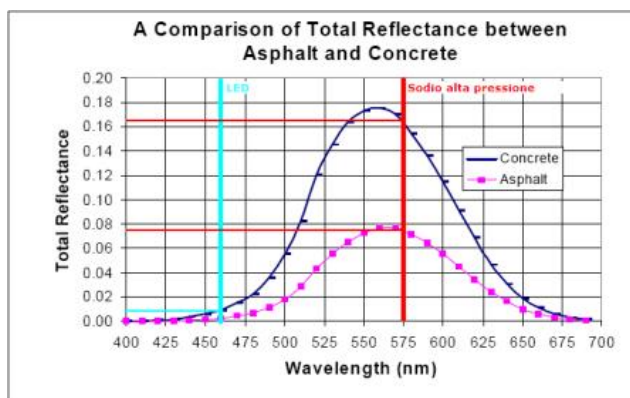


Figure 5. A comparison of total reflectance between asphalt and concrete.

La cosa viene confermata dalla Optical Society of America con l'articolo:

Spectral characteristics of asphalt road aging and deterioration: implications for remote-sensing applications

Martin Herold and Dar Roberts

© 2005 Optical Society of America

OCIS codes: 300.6340, 110.3080, 300.6190.

La figura che riportiamo (con evidenziati in rosso i picchi dell'emissione del sodio e in azzurro i picchi dell'emissione dei LED) mostra la stessa tendenza. In particolare l'asfalto standard indicato con F nella figura presenta differenze nella riflettanza di ben 6 punti percentuali (da 14% per il sodio all' 8% per i LED).

L'ASFALTO RIFLETTE l'8-9% a 590 nm (picco del sodio) e SOLO il 4% a 450 nm (picco dei LED), il 2% a 425 nm. Con sorgenti a forte componente blu (LED), rispetto a sorgenti al sodio alta pressione si ha MENO luce riflessa, MENO luminanza (ma i software illuminotecnici non ne tengono conto) e quindi con i LED vedo MENO la strada.

QUESTO SIGNIFICA CHE IL SUPPOSTO VANTAGGIO DELLA LUCE BLU CADE ANCORA PRIMA DI ARRIVARE AGLI OCCHI DELL'OSSERVATORE: L'ASFALTO RIFLETTE LA LUCE BLU 2-3 VOLTE MENO DI QUELLA DEL SODIO.

Per ulteriori conferme, è sufficiente sfogliare i siti dei centri di ricerca della NASA (JET PROPULSION LABORATORY, lo stesso laboratorio che ha portato le sonde su Marte, Titano, e fuori dal sistema solare) e le librerie ASTER sui materiali per vedere ed estrarre i grafici che mostrano questi stessi risultati.

Link Utili: <http://speclib.jpl.nasa.gov/search-1/resultsdisplay3>

Link Utili: <http://speclib.jpl.nasa.gov/search-1/manmade>

(Inserendo 'road asphalt and tar' nella class e facendo le opportune scelte si possono stampare i grafici risultanti)

Bibliografia:

PCA R&D Serial No. 2458

Influence of Pavement Reflectance on Lighting for Parking Lots

by W. Adrian and R. Jobanputra

©Portland Cement Association 2005

Spectral characteristics of asphalt road aging and deterioration: implications for remote-sensing app.



Martin Herold and Dar Roberts
© 2005 Optical Society of America
OCIS codes: 300.6340, 110.3080, 300.6190.

La luce di sorgenti con temperature di colore superiore a 3500K viene riflessa meno dagli asfalti anche di parecchi punti percentuale e questo comporta che a parità di flusso la loro luce viene percepita meno.

6. Bibliografia:

Bass J, Turek FW. (2005) Sleepless in America: a pathway to obesity and the metabolic syndrome? Arch Intern Med; 165:15–16

Berman, S.M. and Clear R.D., (2008), Past visual studies can support a novel human photoreceptor. Light and Engineering, v. 16, no. 2, p. 88-94

Brainard GC, Hanifin JP, Greeson JM, Byrne B, Glickman G, Gerner G., et al., (2001) Action spectrum for melatonin regulation in humans: evidence for a novel circadian photoreceptor, Journal of Neuroscience, 21(16), 6405-6412.

Brugger P, Marktl W, Herold M. (1995) Impaired nocturnal secretion of melatonin in coronary heart disease. Lancet; 345:1408

Bullough JD, Rea MS, Figueiro MG. (2006) Of mice and women: light as a circadian stimulus in breast cancer research. Cancer Causes Control; 17:375–383

Cinzano P., Falchi F., Elvidge C.D. (2001) The first world atlas of the artificial night sky brightness, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, 328, 689-707 (ISSN: 0035-8711)

Glickman, G., Levin, R., Brainard, G. C., (2002) Ocular Input for Human Melatonin Regulation: Relevance to Breast Cancer, Neuroendocrinology Letters, 23 (suppl 2):17-22

Hankins MW, Lucas RJ, (2002) The Primary Visual Pathway in Humans Is Regulated According to Long-Term Light Exposure through the Action of a Nonclassical Photopigment, Current Biology, 12(3), 191–198

Haus E, Smolensky M. (2006) Biological clocks and shift work: circadian dysregulation and potential long-term effects. Cancer Causes Control; 17:489–500

Kloog, I., Haim, A., Stevens, R.G., Barchana, M., Portnov, B.A., (2008) Light at Night Co-distributes with Incident Breast but not Lung Cancer in the Female Population of Israel, Chronobiology International, 25(1), 65-81

Leonid, K., Casper R.F., Hawa R.J., Perelman P., Chung S.H., Sokalsky S., Shapiro C.M., (2005) Blocking Low-Wavelength Light Prevents Nocturnal Melatonin Suppression with No Adverse Effect on Performance during Simulated Shift Work, The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 90(5):2755–2761

Navara, K., J., Nelson, R., J., (2007) The dark side of light at night: physiological, epidemiological, and ecological consequences. J. Pineal Res. 43:215-224

Rich, C and Longcore, T., (2004) Ecological Light Pollution, Front. Ecol. Environ.; 2(4): 191-198

Rich, C and Longcore, T., editors, (2006) Ecological Consequences of Artificial Night Lighting, Island Press

Shigang He, Wei Dong, Qiudong Deng, Shijun Weng, and Wenzhi Sun, (2003), Seeing More Clearly: Recent Advances in Understanding Retinal Circuitry, Science, v. 302, p. 408-411

Stevens, R.G., Blask, E. D., Brainard, C. G., Hansen, J., Lockley, S. W., et al., (2007) Meeting Report: The Role of Environmental Lighting and Circadian Disruption in Cancer and Other Diseases, Environmental Health Perspectives, vol. 115, n.9, p.1357-1362



Thapan K, Arendt J, Skene DJ, (2001) An action spectrum for melatonin suppression: evidence for a novel non-rod, non-cone photoreceptor system in humans, *Journal of Physiology*, 535, 261–267.

Wright, K., P., Jr., Hughes, R., J., Kronauer, R.E., Dijk, D., J., Czeisler, C., A., (2001) Intrinsic near-24-h pacemaker period determines limits of circadian entrainment to a weak synchronizer in humans, *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, 98(24): 14027-32

Weintraub, Steven (September 2000). "The Color of White: Is there a "preferred" color temperature for the exhibition of works of art?". *Western Association for Art Conservation Newsletter* 21 (3).

Kruithof, Arie Andries (December 12 1934). "Aanslag van het waterstofmolecuulspectrum door electronen". http://dap.library.uu.nl/cgi-bin/dap/dap?diss_id=7789. (PhD dissertation at Utrecht University under Leonard Ornstein)

Kruithof, Arie Andries (1941). "Tubular Luminescence Lamps for General Illumination". *Philips Technical Review* 6 (3): 65–96. ISSN 0031-7926.

Frisby, John P. (1980). *Seeing: Illusion, Brain and Mind*. Oxford: Oxford University Press. ISBN 978-0192176721.



ALLEGATO 2

ALLEGATO 2a- INTEGRAZIONE DEL REGOLAMENTO EDILIZIO

ALLEGATO 2b- DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA L.P. 16/07 - DICHIARAZIONE DI PROGETTO A REGOLA D'ARTE

ALLEGATO 2c- DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DELL'INSTALLAZIONE alla L.P. 16/07 e s.m.i.

ALLEGATO 2d- DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PRODOTTO alla L.P. 16/07 e s.m.i.

ALLEGATO 2e- MODULO SEMPLIFICATO DI VERIFICA CONFORMITA' DI UN PROGETTO



INTEGRAZIONE DEL REGOLAMENTO EDILIZIO (Allegato 2a)

Articolo XXX

Illuminazione per esterni e insegne luminose

L'illuminazione esterna pubblica e privata di edifici, giardini, strade, piazze, etc, è soggetta alle disposizioni della L.p. 16/07 e delle successive integrazioni (Regolamento attuativo e Linee guida provinciali) che dispongono in materia di contenimento di tutti i fenomeni di inquinamento luminoso e di risparmio energetico.

In particolare i professionisti incaricati della realizzazione dei progetti d'illuminazione, dovranno corredare la relazione illustrativa, nella sezione relativa all'illuminazione, della seguente documentazione:

- Progetto illuminotecnico, di cui il professionista illuminotecnico se ne assume le responsabilità, certificandolo e dimostrandone con adeguata relazione tecnica la conformità alle leggi sopra riportate ed alle normative tecniche di settore,
- La misurazione fotometrica dell'apparecchio, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, tipo il formato commerciale "Eulumdat" o analogo; la stessa deve riportare la dichiarazione dal responsabile tecnico di laboratorio o di enti terzi, quali l'IMQ, circa la veridicità delle misure, (Allegato 2d)
- Dichiarazione di conformità del progetto alla L.p. 16/07 e succ. integrazioni (Allegato 2b).

A fine lavori gli installatori rilasciano la dichiarazione di conformità dell'impianto d'illuminazione al progetto illuminotecnico ed ai criteri della L.p. 16/07 (Allegato 2c). E' compito del progettista verificare la corretta installazione degli apparecchi illuminanti e segnalarlo al comune anche se non direttamente coinvolto nella direzione dei lavori.

I progettisti abilitati a realizzare progetti d'illuminotecnica devono essere:

- iscritti a ordini e collegi professionali,
- indipendenti da legami con società produttrici di corpi illuminanti, o distributori dell'energia,
- avere un curriculum specifico, con la partecipazione a corsi e master mirati alla formazione sulla progettazione ai sensi della L.p. 16/07 e succ. integrazioni, o aver realizzato almeno altri 3 progetti illuminotecnici analoghi,

Qualora l'impianto d'illuminazione fosse di "modesta entità" e /o in deroga, come specificato al capitolo VIII) delle Linee guida provinciali di intervento, non è richiesta l'autorizzazione sindacale ed il progetto illuminotecnico. In tal caso è sufficiente che al termini dei lavori d'installazione la società installatrice rilasci, agli uffici comunali competenti, la dichiarazione di conformità dell'impianto d'illuminazione ai criteri della L.p. 16/07 e succ. integrazioni, con l'identificazione dei riferimenti alla specifica deroga al progetto illuminotecnico.

Nello specifico, ove necessario, la dichiarazione deve essere corredata dalla documentazione tecnica che attesta la rispondenza dei prodotti utilizzati e dell'impianto, ai vincoli di legge della relativa deroga. (Allegato 2c).



**DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA L.P. 16/07 -
DICHIARAZIONE DI PROGETTO A REGOLA D'ARTE (allegato 2b)**

Il sottoscritto con studio di progettazione
con sede in via n. CAP
Comune Prov. tel.
fax e-mail
Iscritto all'Ordine/Collegio: n. iscrizione

Progettista dell'impianto d'illuminazione (descrizione sommaria):
.....
.....
.....

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato progettato in conformità alla legge Provinciale del 3 ottobre 2007, n. 16 (Risparmio energetico e inquinamento), ed alle successive integrazioni e modifiche, avendo in particolare:

- ☐ riportato dettagliatamente nel progetto illuminotecnico esecutivo tutti gli elementi per una installazione corretta ed ai sensi della L.P. 16/07 e succ. integrazioni
- ☐ rispettato le indicazioni tecniche della L.P. 16/07 e succ. integrazioni medesima, e realizzato una relazione illuminotecnica a completamento del progetto, che dimostri la completa applicazione della L.P. 16/07 medesima
- ☐ seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego e nello specifico la norma UNI 11248 o analoga (.....) e di aver realizzato un progetto illuminotecnico a "regola d'arte"
- ☐ corredato il progetto illuminotecnico della documentazione di seguito elencata:
 - Relazione che dimostra il rispetto delle disposizioni di legge della L.P. 16/07 e s.m.i.
 - calcoli illuminotecnici e risultati illuminotecnici (comprensivi di eventuali curve iso-luminanze e iso-illuminamenti)
 - dati fotometrici del corpo illuminante in formato tabellare numerico e cartaceo e sotto forma di file normalizzato Eulumdat. Tali dati sono stati certificati e sottoscritti, circa la loro veridicità, dal Responsabile tecnico del laboratorio di misura dell'Ente terzo certificatore.

DECLINA

- ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da una esecuzione sommaria e non realizzata con i dispositivi previsti nel progetto illuminotecnico esecutivo,
- ogni responsabilità, qualora dopo averlo segnalato alla società installatrici, la stessa proceda comunque in una scorretta installazione (non conforme alla L.P. 16/07) dei corpi illuminanti. In tal caso il progettista si impegna a segnalarlo al committente (pubblico o privato), in forma scritta,

Data

Il progettista

.....



DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ INSTALLAZIONE alla L.P. 16/07 (allegato 2c)

Il sottoscritto titolare o legale rappresentante della ditta

..... operante nel settore

con sede in via n. CAP

Comune Prov. tel.

fax P.IVA

☐ iscritta nel Registro delle ditte (R.D. 20/9/1934 n. 2011) della C.I.A.A. di
..... al n.

☐ iscritta all'Albo provinciale delle imprese artigiane (legge 8/8/1985, n. 443) di
..... al n.

esecutrice dell'impianto (descrizione schematica):

.....

inteso come: ☐ nuovo impianto ☐ trasformazione ☐ ampliamento
☐ manutenzione straordinaria ☐ altro

realizzato presso: comune:

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato realizzato in conformità alla legge Provinciale del 3 ottobre 2007, n. 16 (Risparmio energetico e inquinamento), ed alle successive integrazioni e modifiche, tenuto conto delle condizioni di esercizio, avendo in particolare:

- ☐ seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego
- ☐ installato i componenti elettrici in conformità al DM 37/08 (ove applicabile) ed altre leggi vigenti;
- ☐ installato componenti e materiali costruiti a regola d'arte e adatti al luogo di installazione;
- ☐ controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo avendo eseguito le verifiche richieste dal committente, dalle norme e dalle disposizioni di legge.

Per impianti IN DEROGA DA AUTORIZZAZIONE, Regolamento Attuativo L.p. 16/07 art. 2, comma 3, lettera b e Piano provinciale di intervento con d.G.P. n. 3265/09 – VIII) Impianti non soggetti):

- ☐ seguito le indicazioni dei fornitori per l'installazione in conformità alla L.p. 16/07 e s.m.i.;
- ☐ installato i corpi illuminanti in conformità alla L.P. 16/07 e s.m.i.;

Allegati:

- ☐ documentazione tecnica del fornitore e relazione che attesta la rispondenza dei prodotti utilizzati e dell'impianto realizzato ai vincoli di legge)

☐ ☐

Per tutti gli altri impianti per cui sia previsto il progetto illuminotecnico:

- ☐ rispettato il progetto esecutivo realizzato in conformità alla L.P. 16/07 da professionista abilitato;

Rif. Progetto Illuminotecnico

Allegati:

☐ ☐

DECLINA

ogni responsabilità per sinistri a persone o a cose derivanti da manomissione dell'impianto da parte di terzi.

Data

Il dichiarante

.....



DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PRODOTTO alla L.P. 16/07 (allegato 2d)

[CARTA INTESTATA PRODUTTORE – IMPORTATORE – LABORATORIO DI MISURA]

Dichiarazione di Conformità

Alla Legge della Provincia di Trento n. 16/07 e s.m.i.

In riferimento alla richiesta nostro rif. n. _____

Il laboratorio :

dichiara sotto la propria responsabilità che il prodotto della serie o modello:

[NOME PRODOTTO]

Con lampade: [POTENZA E TIPO LAMPADA]

Laboratorio Accreditato:

Testato nel Laboratorio	
Responsabile Tecnico	

Parametri di prova:

Sistema di Misura:
Posizione dell'apparecchio durante la misura:

Apparecchio:

Tipo di Riflettore		Tipo di Schermo	
Parametri di Misura		Temperatura Ambiente	
Tensione Alimentazione		Frequenza	

Norme di Riferimento:

UNI 10671	Misurazione dei dati fotometrici e presentazione dei risultati
PrEN 13032	Measurement and presentation of photometric data and luminaires
CIE 27	Photometry luminaires for street lighting
CIE 43	Photometry of floodlights
CIE 121	The photometry and goniophotometry of luminaires

Se installato come specificato nel foglio d'istruzioni,

è Conforme alla L.P. 16/07 e s.m.i.

ed in particolare, come evidenziano i dati fotometrici rilasciati da codesto laboratorio, in formato tabellare numerico cartaceo e sotto forma di file eulmdat allegati alla presente, l'apparecchio nella sua posizione di installazione ha un'intensità luminosa massima approssimata all'intero e per $\gamma \geq 90^\circ$ di 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre.

[Luogo], [DATA]

Firma del responsabile tecnico del Laboratorio che ha emesso le misure

.....



Modulo: Verifica e controllo conformità del progetto alla L.p. 16/07 (allegato 2e1)

In blu parti da compilarsi a cura del progettista – Verde Conforme – Rosso NON Conforme alla L.p. 16/07

☐ Progettista che ha firmato il progetto: Nome Cognome
Ordine/Collegio Iscrizione n.

☐ Progettista non definito o che non ha asseverato il progetto

☐ Documentazione di progetto presente

- ☐ 1-Planimetria punti luce e dimensioni impianto
- ☐ 2-Calcoli illuminotecnici sottoscritti dal progettista
- ☐ 3-Relazione che descrive il progetto e dimostra l'applicazione e il rispetto della L.p. 16/07 e s.m.i.
- ☐ 4-È fornita tabella fotometrica firmata dal responsabile del laboratorio che l'ha emessa – Modello di dichiarazione di conformità corpi illuminanti accompagnatoria dei dati fotometrici (Allegato 2d)
- ☐ 5-Dichiarazione conformità progetto (Allegato 2b)

☐ Documentazione di progetto incompleta o assente

Conformità L.p. 16/07 e s.m.i.:

1. Corpi illuminanti – Marca e Modello corpo illuminante
Inclinazione (Tilt) di progetto del corpo illuminante (OK se orizzontale o 0°)
☐ Emissione verso l'alto minore di 0.49cd/klm a 90° ed oltre (Vetro piano e orizzontale)
(OK Se l'emissione per angoli G (gamma) $\geq 90^\circ$ è inferiore a 0.49cd/klm o è pari a 0cd/klm)
☐ Emissione verso l'alto $>$ di 0.49cd/klm a 90° ed oltre (Vetro curvo e/o apparecchio inclinato)
2. Calcoli illuminotecnici (da confrontare con le tabelle dell'allegato 1 per il loro rispetto):
Risultati del progetto:
Norma di riferimento: ☐ EN 13201 – UNI11248 ☐ Altra norma
Classe di riferimento (come da PRIC o per nuovi ambiti coerente con le aree circostanti):
☐ ME - $L_m =$ cd/m² - $U_o =$ % - $U_l =$ % - $T_i =$ %
☐ CE - $E_m =$ lx – Uniformità E = %
☐ S - $E_m =$ lx – Eminimo (Emin) = %
☐ Altro - Risultati:
☐ I valori di progetto (L_m o E_m) rispettano con tolleranza del 15% i valori delle norme (Allegato e2)
☐ I valori di progetto sono inferiori o superiori del 15% a quelli delle norme (Allegato e2)
3. Tipo di Sorgente - Potenza W
☐ Sodio alta pressione ☐ Ioduri metallici bruciatore ceramico ☐ Altro:
In Generale: ☐ Sodio alta pressione, ioduri metallici a bruciatore ceramico, led (<4000K) ☐ Altri
4. Ottimizzazione (per ambiti stradali $I/A > 3.7$ consigliato in altri ambiti minore potenza a parità di installazione):
Altezza sostegno (A) m Interdistanza media sostegni (I) m
(confrontare con i progetti tipo di cui alla PARTE 3 - capitolo 2.3 del piano della luce)
In ambiti stradali o di percorsi: ☐ $I/A > 3.7$ ☐ $I/A < 3.7$
In generale: Coefficiente di efficienza energetica ☐ < 15 ☐ $I/A > 15$
5. Riduttori di Flusso
☐ Presenti ☐ Assenti ☐ Non necessari (potenza tot. <1kW o estensione di linea esistente)

A fine lavori l'installatore rilascia la dichiarazione di conformità alla L.p. 16/07 (Allegato 2c)

SINTESI E CONCLUSIONI

Documentazione Richiesta minima						Requisiti minimi di legge di conformità degli Impianti					
Progettista iscritto a ordini/collegi	Planimetria di progetto	Relazione che dimostra il rispetto L.p. 16/07	Calcoli illuminotecnici	Dati fotometrici corpi illuminanti	Dichiarazione di Conformità di progetto	Corpo illuminanti (<0.49cd/klm a 90° ed oltre)	Luminanza e illuminanti minimi delle norme	Sorgenti come da legge	Ottimizzazione	Riduttori di flusso	IMPIANTO CONFORME Solo se ogni sezione è conforme
Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No



ALLEGATO 2-e2 – Parametri illuminotecnici di progetto

Verifica dei Parametri illuminotecnici di progetto in ambito stradale.

Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento	SR minimo
	Lm (minima mantenuta) cd/m2 Tolleranza max +15%	Uo minimo (Uniformità generale)	Ul minimo (Uniformità longitudinale)	Ti massimo (%)	
ME1	2	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME2	1,5	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME3a	1,0	0,4 (40%)	0,7 (70%)	15	0,5
ME3b	1,0	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME3c	1,0	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME4a	0,75	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME4b	0,75	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME5	0,5	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	0,5
ME6	0,3	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	Nessuna richiesta

Tabella 1: Classe ME. Per ogni parametro è scritto se è minimo o massimo per la conformità alle norme

Verifica dei Parametri illuminotecnici di progetto: Classi S-CE

Illuminamento orizzontale			
Classe CE	E. Medio (minimo mantenuto) lx Tolleranza max +15%	U ₀ Emedio minimo	Abbagliamento Ti massimo %
CE0	50	0,4 (40%)	10
CE1	30	0,4 (40%)	10
CE2	20	0,4 (40%)	10
CE3	15	0,4 (40%)	15
CE4	10	0,4 (40%)	15
CE5	7,5	0,4 (40%)	15
Classe S	E. Medio (minimo mantenuto) lx Tolleranza max +15%	E. minimo lx	Abbagliamento Ti massimo %
S1	15	5	15
S2	10	3	15
S3	7,5	1,5	15
S4	5	1	20
S5	3	0,6	20
S6	2	0,6	20

Tabella 2: Classe CE o S. Per ogni parametro è scritto se è minimo o massimo per la conformità alle norme

Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti:

Questa tabella permette di definire la classificazione di un progetto in funzione della classificazione di zone contigue.

(Le Classi Illuminotecniche comparabile sono incolonnate – Es. ciclabile a lato di strada ME5 -> la ciclabile è di classe S3)

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO									
Classe EN 13201		ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
Luminanze [cd/m2]		2	1.5	1	0,75	0,5	0,3		
E. orizzontali	CE0 (50lx)	CE1 (30lx)	CE2 (20lx)	CE3 (15lx)	CE4 (10lx)	CE5 (7.5lx)			
E. orizzontali				S1 (15lx)	S2 (10lx)	S3 (7.5lx)	S4 (5lx)	S5 (3lx)	S6 (2lx)
E. semicilindrici	ES1 (10lx)	ES2 (7.5lx)	ES3 (5lx)	ES4 (3lx)	ES5 (2lx)	ES6 (1.5lx)	ES7 (1lx)	ES8 (0.75lx)	ES9 (0.5lx)
E. verticali		EV3 (10lx)	EV4 (5lx)	EV5 (0.5lx)					

Tabella3: Tavola di correlazioni illuminotecnica per zone progettuali contigue.