

2010



Comune di Vigevano
Provincia di Pavia

PIANO DELL'ILLUMINAZIONE



- 1- STATO DI FATTO
- 2- CONTROLLO E VERIFICA
- 3- PROGETTAZIONE INTEGRATA
- 4- PRIORITA' / PIANIFICAZIONE
- 5- ENERGY SAVING



AstroLight Studio
il giusto equilibrio la il giorno e la notte

ing. Diego Bonata
Via Meucci, 17 – 24053 Brignano
Tel./Fax. 0363-814385
<http://diegobonata.eu>
bonata@tiscali.it

Giugno 2010

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	3
1 - LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO E LA VERIFICA DEI PROGETTI	4
a. Progettista illuminotecnico	4
b. Progetto illuminotecnico: contenuti e caratteristiche	5
c. Progetto illuminotecnico: verifica e controllo	7
d. Conformità installazione	9
FLOW CHART N. 01: IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE STRADALE	10
FLOW CHART N. 02: ADEGUAMENTO IMPIANTO IN FASCIA DI PROTEZIONE	11
FLOW CHART N. 03: TORRI FARO E GRANDI AREE	12
FLOW CHART N. 04: PEDONALE, PARCHI, CICLABILI, RESIDENZIALE	13
FLOW CHART N. 05: IMPIANTI SPORTIVI	14
FLOW CHART N. 06: MONUMENTI ED EDIFICI	15
2 – LINEE GUIDA PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE	16
2.1- INTRODUZIONE ALL'APPLICAZIONE DELLA L.R. 17/00	16
2.2- DEFINIZIONI E AMBITI APPLICATIVI	17
2.3- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO DIRETTO	18
a. Intensità luminosa massima	18
b. Conformità degli apparecchi	19
d. Tipologia degli impianti d'illuminazione	22
2.4- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRETTO	25
a. Applicazioni stradali	25
b. Altre applicazioni	26
2.5- SORGENTI LUMINOSE EFFICIENTI	28
a. Tipologie	28
b. Eliminazione sorgenti luminose a elevato impatto ambientale	32



2.6- OTTIMIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI	34
a. Ambito stradale	34
b. <i>Easy Light - Save the Sky</i> e verifica della conformità alla L.R. 17/00 e s.m.i.	36
c. Ambiti di applicazione non stradale	37
2.7 - SISTEMI PER LA RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	38
a. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso: tipologie e differenze	38
b. Quando utilizzare tali sistemi	38
c. Consigli per la scelta del prodotto	38
2.8- CRITERI TECNICI INTEGRATIVI PER IMPIANTI SPECIFICI	39
a. Stradali Extraurbani	39
b. Grandi Aree	39
c. Centri storici e vie commerciali	39
d. Impianti sportivi	39
e. Monumenti ed edifici	41
f. Insegne prive di illuminazione propria	42
g. Effetto della nebbia nella visione notturna con luce artificiale	43
2.9 - CRITERI TECNICI IMPIANTI IN DEROGA AL PROGETTO ILLUMINOTECNICO	46
a. Sorgenti internalizzate	46
b. Sorgenti di uso temporaneo	46
c. Insegne e Vetrine illuminate dall'esterno	47
d. Insegne ad illuminazione propria	47
e. Sorgenti con flusso luminoso inferiore a 1500 lm	48
2.10 – APPARECCHI ILLUMINANTI CRITICI O INEFFICIENTI O A LED	50
1- apparecchi a luce indiretta	50
2- apparecchi inefficienti a vetro curvo	51
3- incassi a terra	53
4- apparecchi a led da impiegarsi nell'illuminazione funzionale	54
3 – LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO	59
a. Leggi	59
b. Norme	61
c. Raccomandazioni e Guide	61
ALLEGATO 2	62
DICHIAZAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA L.R. 17/00 - DICHIAZAZIONE DI PROGETTO A REGOLA D'ARTE	64
DICHIAZAZIONE DI CONFORMITÀ DELL'INSTALLAZIONE alla L.R. 17/00 e s.m.i.	65
DICHIAZAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PRODOTTO alla L.R. 17/00 e s.m.i.	66



QUADRO DI SINTESI

LINEE GUIDA PER IL RISPETTO DELLA L.R. 17/00 e s.m.i.

1. Verifica e controllo della conformità alla L.R. 17/00 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 le 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 anche degli schemi di flusso esemplificativi:

FLOW CHART N. 01: IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE STRADALE

FLOW CHART N. 02: ADEGUAMENTO IMPIANTO IN FASCIA DI PROTEZIONE

FLOW CHART N. 03: TORRI FARO E GRANDI AREE

FLOW CHART N. 04: PEDONALE, PARCHI, CICLABILI, RESIDENZIALE

FLOW CHART N. 05: IMPIANTI SPORTIVI

FLOW CHART N. 06: MONUMENTI ED EDIFICI

e dell'allegato 2 – PARTE 2 del PRIC:

- a- Integrazione del regolamento edilizio;
- b- Conformità progettazione;
- c- Conformità installazione;
- d- Conformità prodotto.

2. Linee guida per l'applicazione L.R. 17/00 e s.m.i.

INDICAZIONI PER: L'UFFICIO TECNICO, I PROGETTISTI

LINEE GUIDA APPLICAZIONE E RISPETTO DELLA L.R. 17/00 e s.m.i. – Nel capitolo 2 sono riportati i cinque criteri fondamentali della Legge regionale con le spiegazioni per la sua corretta interpretazione e applicazione.

Nello specifico, la D.d.g. n. 8950/2007 si affianca a questo documento per una migliore interpretazione della legge.

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 vivamente 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 - LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO E LA VERIFICA DEI PROGETTI

1.1 VERIFICA E CONTROLLO

Uno degli aspetti più ostici per chi non è un "addetto ai lavori", è la verifica ed il controllo dei nuovi progetti d'illuminazione pubblica e privata, anche sotto forma di lottizzazione o di adeguamento e rifacimento dell'esistente. Infatti, come è prescritto per legge, l'Ufficio Tecnico Comunale è addetto alla verifica della conformità di legge d all'autorizzazione del nuovo progetto illuminotecnico (L.R. 17/00, Articolo 4, comma b "i comuni" e D.G.R. 7/6162 "I comuni").

Il Piano Regolatore di Illuminazione Comunale ha fra i suoi primi obiettivi quello di superare questo inconveniente: *il Comune deve impiegarlo come uno strumento urbanistico da imporre a chi sottopone una nuova richiesta di autorizzazione pubblico e privato. Il piano inoltre integra il Regolamento Edilizio Comunale.*

Per questo stesso motivo l'allegato 7 della D.d.g. n. 8950 del 3 agosto 2007 specifica chiaramente cosa deve fare il progettista, che cosa deve contenere il progetto illuminotecnico e individua la modifica del regolamento edilizio comunale per la conformità alla L.R. 17/00 e s.m.i.

a. Progettista illuminotecnico

L.R. 17/00, Articolo 4, lettera b), (i comuni): *"...il progetto deve essere redatto da una delle figure professionali previste per tale settore impiantistico; dal progetto deve risultare la rispondenza dell'impianto ai requisiti della presente legge ."*

D.G.R. 7/6162 "I comuni": *"Ai fini dell'autorizzazione, il progetto, deve essere redatto in conformità ai presenti criteri e quindi firmato da un tecnico di settore, abilitato, che se ne assume la responsabilità."*

D.G.R. 7/6162 "I progettisti":

" [...] redigono e sottoscrivono il progetto, conformemente ai presenti criteri, solo in quanto tecnici abilitati iscritti ad ordini professionali, con curricula specifici;

Requisiti di selezione del progettista illuminotecnico:

- 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 che abbiano già fatto attività di codesto tipo.

Come elemento rafforzativo, nell'allegato 7 della D.d.g. n. 8950 del 3 agosto 2007, nella proposta di integrazione al Regolamento Edilizio si specifica:

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

- *iscritti a Ordini o Collegi professionali;*
- *indipendenti da legami con Società produttrici di corpi illuminanti o distributori dell'energia,*



- avere un curriculum specifico, che prevede la partecipazione a corsi mirati alla formazione sulla progettazione ai sensi della L.R. 17/00 e s.m.i., oppure aver realizzato almeno altri tre progetti illuminotecnici analoghi.

Requisiti integrativi di selezione del progettista illuminotecnico:

- progettisti indipendenti professionalmente e/o intellettualmente da Società o persone produttrici di corpi illuminanti e/o distributori/venditori di energia;
- progettisti per i quali nel *curricula* si deve dare evidenza di aver partecipato a corsi mirati alla formazione sulla L.R. 17/00 e s.m.i. o aver realizzato almeno tre progetti illuminotecnici analoghi.

b. Progetto illuminotecnico: contenuti e caratteristiche

L.R. 17/00, Articolo 4, lettera d), (i comuni): "[...]A tal fine il progetto illuminotecnico dell'opera da realizzare deve essere redatto da figure professionali specialistiche che ne attestino inequivocabilmente la rispondenza ai requisiti della presente legge, anche mediante la produzione della documentazione sulle caratteristiche costruttive e prestazionali degli apparecchi e delle lampade, rilasciata da riconosciuto istituto di certificazione."

D.G.R. 7/6162 "I comuni": "Ai fini dell'autorizzazione, il progetto, deve essere redatto in conformità ai presenti criteri e quindi firmato da un tecnico di settore, abilitato, che se ne assume la responsabilità."

D.G.R. 7/6162 "I progettisti":

"[...] redigono e sottoscrivono il progetto, conformemente ai presenti criteri, solo in quanto tecnici abilitati iscritti ad ordini professionali, con curricula specifici;

-richiedono, alle case costruttrici, importatrici e fornitrice [...] il certificato di conformità alla L.R. 17/00 [...]."

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 - D.G.R. 7/6162, capitolo 9), lettere a), b), c), d) ed e)) 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.

Inoltre, nell'allegato 7 della D.d.g. n. 8950 del 3 agosto 2007 si specifica:

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

- il Progetto illuminotecnico, di cui il professionista illuminotecnico 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 "Eulumdat" o analogo; la stessa deve riportare la dichiarazione del Responsabile tecnico di laboratorio o di Enti certificatori terzi, riconosciuti, circa la veridicità delle misure;
- la dichiarazione di conformità del progetto alla L.R. 17/00 e s.m.i.

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.R. 17/00.
- **Dichiarazione di conformità del progetto alla L.R. 17/00 e s.m.i. di cui all'allegato 2 – PARTE 2 del Piano.**

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.R. 17/00 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" 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, fornitrice") e Allegato 7 della D.d.g. n. 8950 del 3 agosto 2007. Unitamente alla *dichiarazione di conformità dei dati medesimi come all'allegato 2 – PARTE 2 del Piano.*

IV. REQUISITI DEI PROGETTI RICHIESTI DALLA NORMA UNI 11248

Gli impianti realizzati in conformità alla L.R. 17/00 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.R. 17/00. 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.

c. 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. In sintesi 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 allegato, 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/m ²	U ₀ min (Uniformità generale)	UI min (Uniformità longitudinale)		
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 semicindrico		
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	U ₀ Emedio minimo	Ti (incremento di soglia) % massimo	Classe	E _{sc} minimo lx	
CEO	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	

La verifica della conformità dei progetti illuminotecnici ai requisiti di legge è stata qui esemplificata con:

I. Gli schemi di flusso per la verifica di alcuni impianti d'illuminazione tipo:

1. Impianti d'illuminazione stradali;
2. Torri faro e grandi aree;
3. Arredo urbano, parchi, residenziali e ciclabili;
4. Impianti sportivi;
5. Monumenti ed edifici di elevato valore artistico, storico e architettonico;
6. Adeguamento degli impianti nelle fasce di protezione.

LEGENDA: Gli schemi di flusso di verifica sono arricchiti dai riferimenti di legge in colore rosso e dei commenti, suggerimenti e indicazioni in colore blu.

II. I supporti all'utilizzo degli schemi di flusso: Capitolo 2 paragrafi dal 2 al 7, e negli allegati finali.



III. Le linee guida per impianti specifici dei successivi paragrafi: Capitolo 2.9 e 2.10.

d. Conformità installazione

D.G.R. 7/6162 "I Comuni":

"Al termine dei lavori, l'installatore trasmette al comune la dichiarazione di conformità dell'impianto d'illuminazione ai criteri della L.R. 17/00 ed il certificato di collaudo a norma della legge 5 marzo 1990, n. 46 recante "Norme per la sicurezza degli impianti" e successivi aggiornamenti."

D.G.R. 7/6162 "Gli installatori":

"[...] realizzano gli impianti conformemente ai presenti criteri[...].";

"[...] rilasciano la dichiarazione di conformità dell'impianto d'illuminazione ai criteri della L.R. 17/00."

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

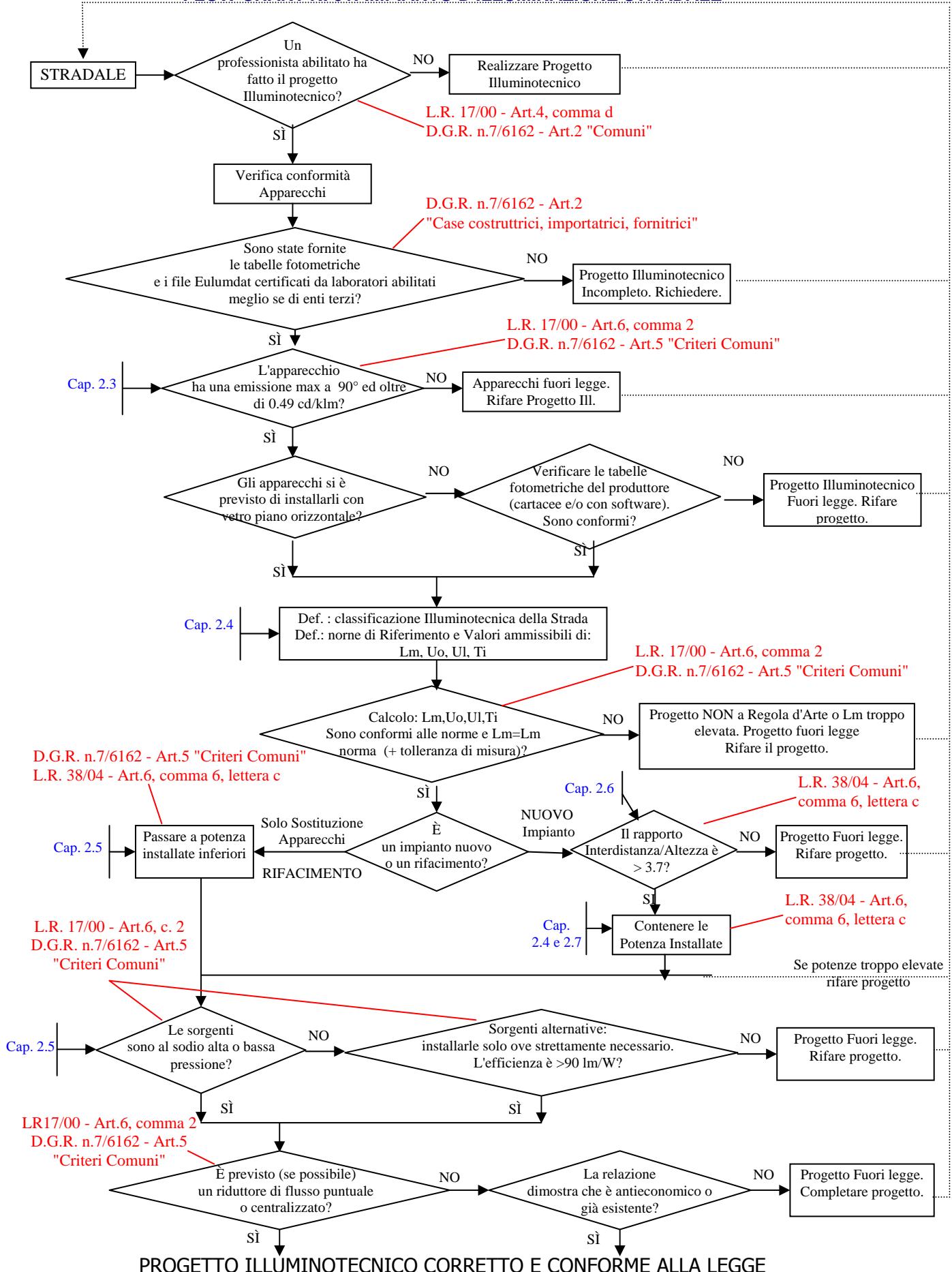
- l'installazione dei corpi illuminanti orizzontali;
- la regolazione della lampada all'interno del vano lampada.

È loro compito inoltre attestare la conformità dell'installazione ai criteri della L.R. 17/00 e s.m.i., al progetto illuminotecnico e, ove ve ne sia la necessità, agli ambiti applicativi della legge 46/90 (come sancito dalla D.D.G. della Regione Lombardia n. 8950 del 3 Agosto 2007).

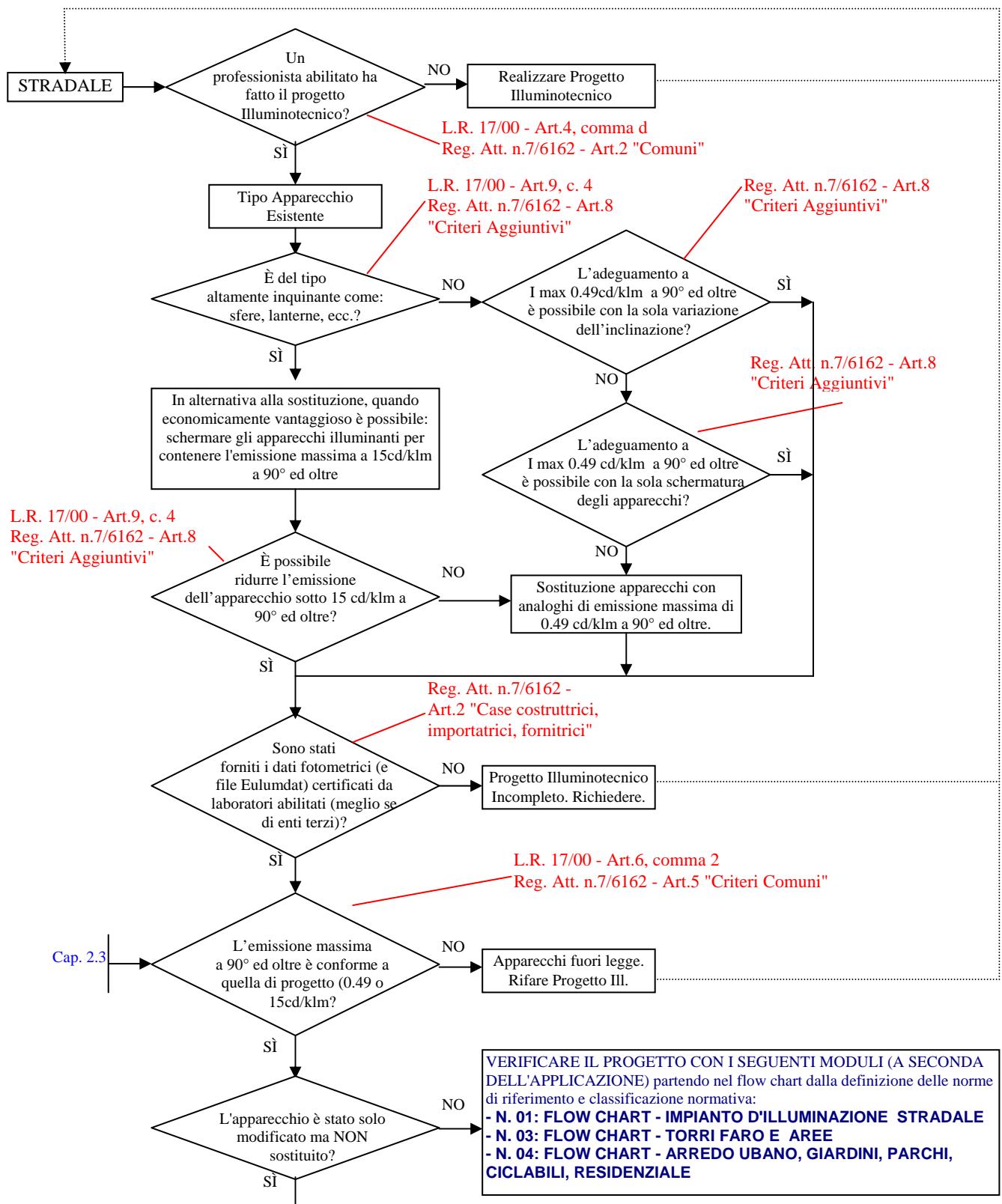
Nell'allegato 2 – PARTE 2 del PRIC è inserito il modello di dichiarazione di conformità dell'installatore.



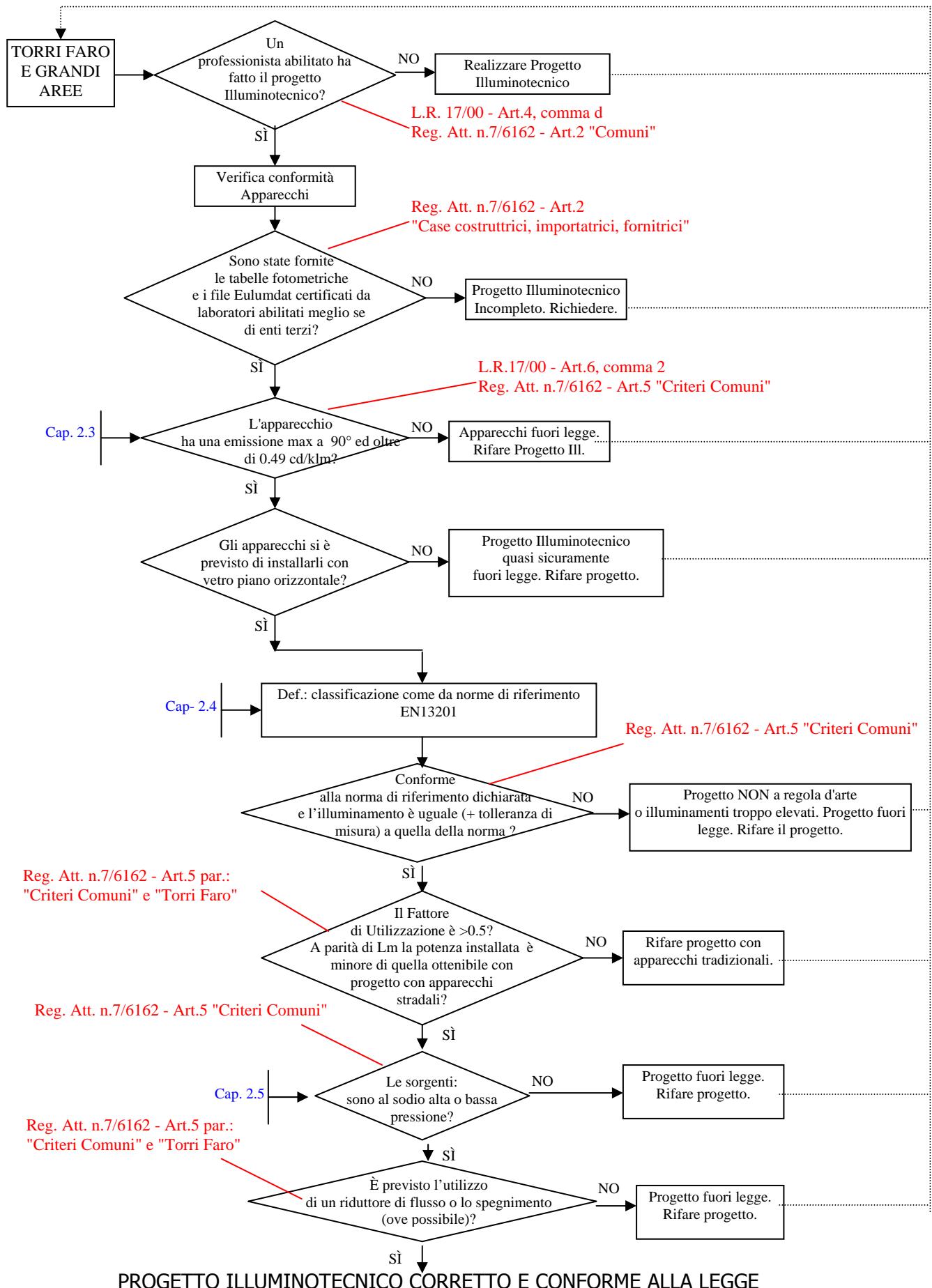
FLOW CHART N. 01: IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE STRADALE



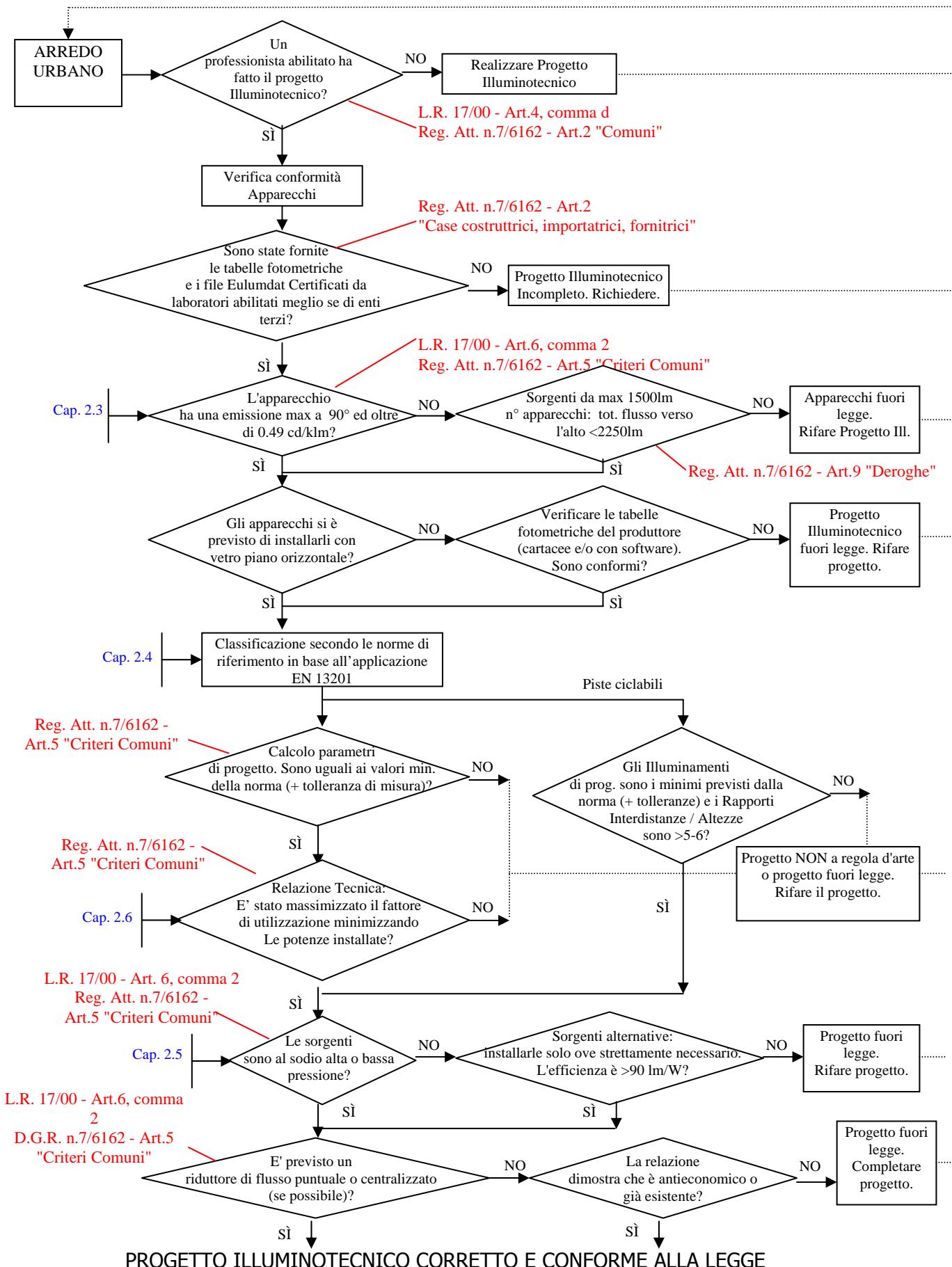
FLOW CHART N. 02: ADEGUAMENTO IMPIANTO IN FASCIA DI PROTEZIONE



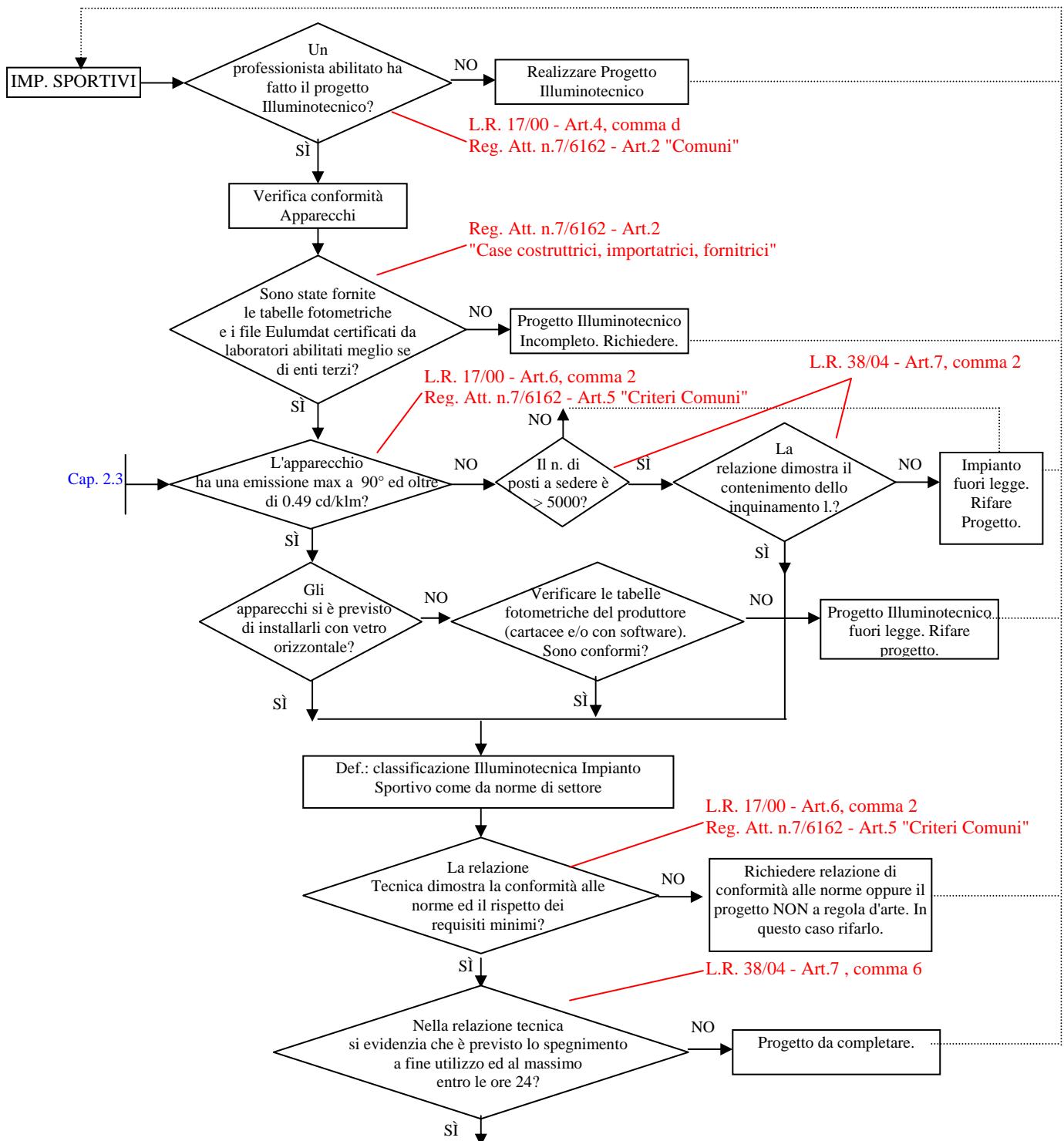
FLOW CHART N. 03: TORRI FARO E GRANDI AREE



FLOW CHART N. 04: PEDONALE, PARCHI, CICLABILI, RESIDENZIALE



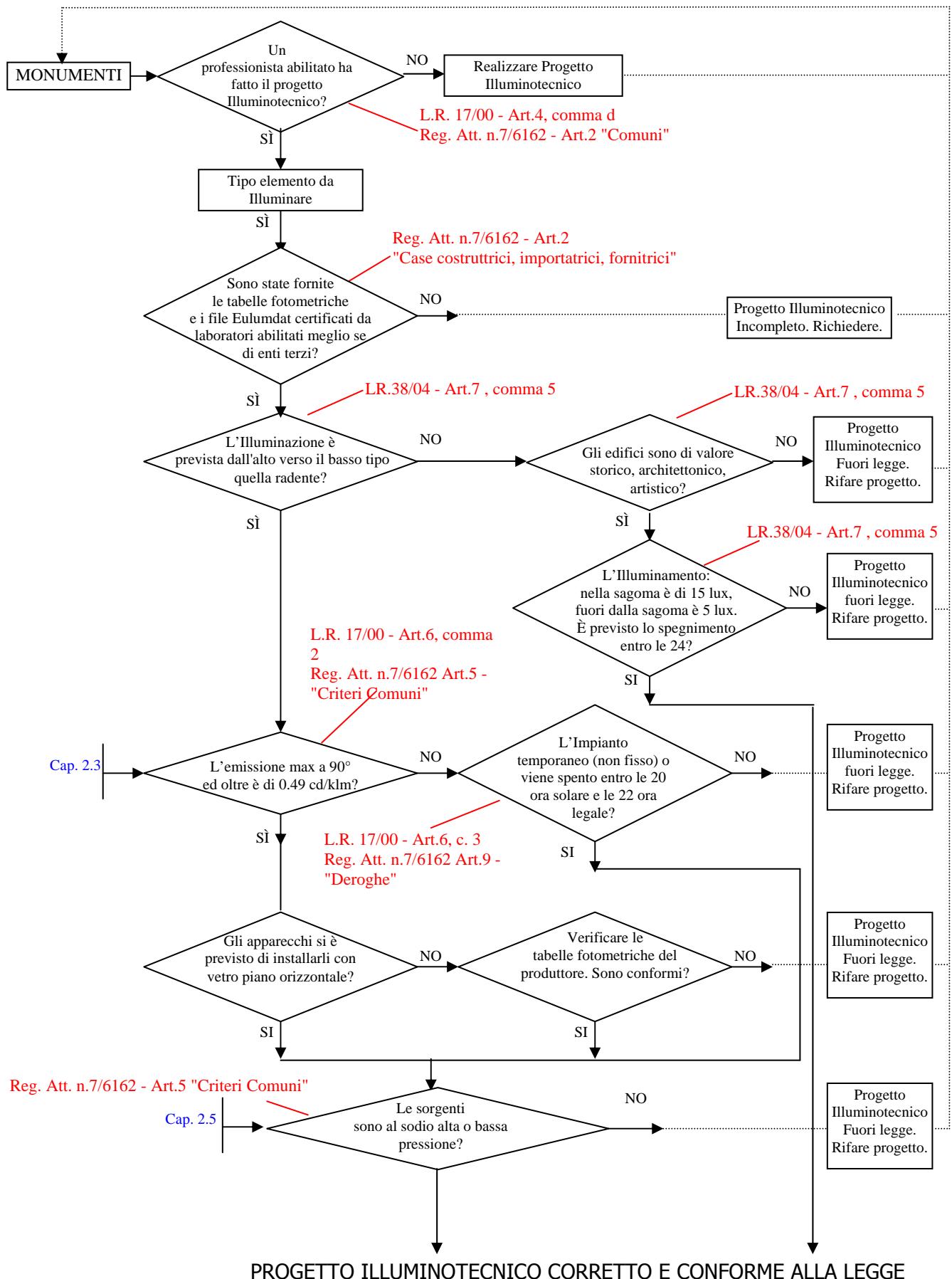
FLOW CHART N. 05: IMPIANTI SPORTIVI



PROGETTO ILLUMINOTECNICO CORRETTO E CONFORME ALLA LEGGE



FLOW CHART N. 06: MONUMENTI ED EDIFICI



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

2.1- INTRODUZIONE ALL'APPLICAZIONE DELLA L.R. 17/00

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.R. 17/00 e s.m.i. che si fondano sui seguenti **cinque principi 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).



2.2- DEFINIZIONI E AMBITI APPLICATIVI

Analisi dettagliata delle prescrizioni della L.R. Lombardia n. 17/2000 per ciascun ambito di progetto e identificazione delle linee guida per l'illuminazione per il territorio comunale. Riferimenti:

- Legge della Regione Lombardia n. 17 del 27/03/2000 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso" (Rif. abbreviato L.R. 17/00)
- Delibera della Giunta Regionale n. 2611 del 11/12/2000, "Aggiornamento dell'elenco degli osservatori astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto" (Rif. abbreviato D.G.R. 2611/00)
- Delibera della Giunta Regionale n. 7/6162 del 20/09/2001 "Criteri di applicazione della L.R. n. 17 del 27/03/01" (Rif. abbreviato D.G.R. 7/6162)
- Legge regionale 20 dicembre 2005 - n. 19 - Disposizioni legislative per l'attuazione del documento di programmazione economico-finanziaria regionale, ai sensi dell'articolo 9-ter della legge regionale 31 marzo 1978, n. 34 (Norme sulle procedure della programmazione, sul bilancio e sulla contabilità della Regione) - Collegato 2006, art. 2, comma 3. (Rif. abbreviato L.R. 19/05, art. 2, comma 3)
- Legge Regionale del 27 febbraio 2007 n. 5 - Pubblicata sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia - BURL del 2 marzo 2007 n. 9, 2° suppl. ord. "Interventi normativi per l'attuazione della programmazione regionale e di modifica e integrazione di disposizioni legislative"
- D.d.g. 3 Agosto 2007 n. 8950 " Legge Regionale 27 marzo 2000, n. 17: Linee guida per la realizzazione dei piani comunali dell'illuminazione", BURL n. 33 serie ordinaria del 13 Agosto 2007.

a. Ambito di applicazione

L.R. 17/00, Articolo 6, comma 1:

"Per l'attuazione di quanto previsto dall'articolo 1, dalla data di entrata in vigore della presente legge, tutti gli impianti di illuminazione esterna, pubblica e privata in fase di progettazione o di appalto sono eseguiti a norma antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico; per quelli in fase di esecuzione, è prevista la sola obbligatorietà di sistemi non disperdenti luce verso l'alto, ove possibile nell'immediato, fatto salvo il successivo adeguamento, secondo i criteri di cui al presente articolo."

Ambiti di applicazione
Su tutto il territorio regionale i nuovi impianti devono essere realizzati in modo conforme alla legge. Tale principio vale sia per i soggetti pubblici che per quelli privati che devono assoggettare i loro nuovi impianti in conformità alla L.R. 17/00 e s.m.i. all'autorizzazione del sindaco (Art.4, comma 1, lettera b).



2.3- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO DIRETTO

Documentazione in parte tratta dall'allegato 2 della D.D.G. della Regione Lombardia n. 8950 del 3 Agosto 2007.

a. Intensità luminosa massima

L.R. 17/00, Articoli 6, comma 2 e D.G.R. 7/6162, Articolo 5, "Criteri comuni":

"a) Utilizzare apparecchi che, nella loro posizione di installazione, devono avere una distribuzione dell'intensità luminosa massima per $\gamma > 90^\circ$, compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso; a tale fine, in genere, le lampade e gli eventuali elementi di protezione trasparenti devono essere "incassate" nel vano ottico superiore dell'apparecchio stesso."

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**.

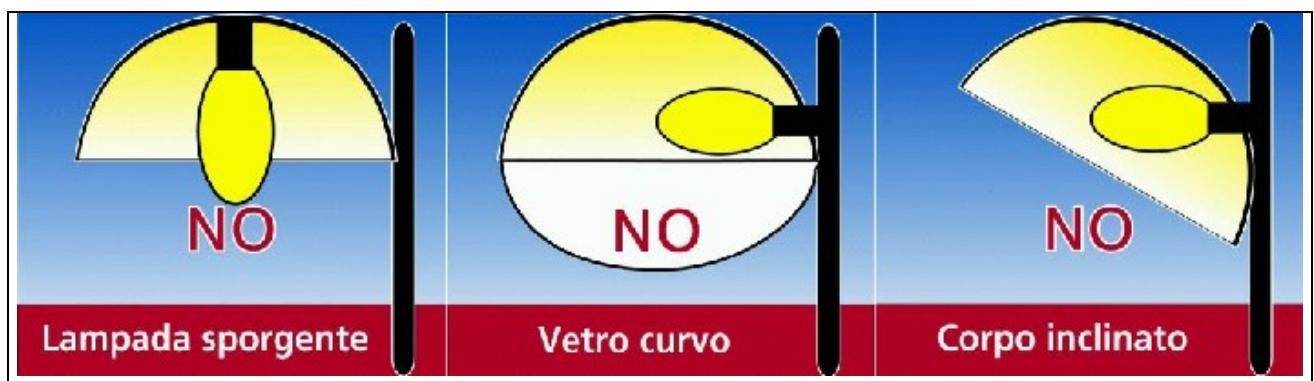


Figura 2.1 – Tipologie di apparecchi non ammessi (cortesia: CieloBuio)



Figura 2.2 – Tipologie di apparecchi conformi alla legge n. 17/2000 (cortesia: CieloBuio)

Per verificare il valore dell'intensità luminosa per angoli gamma di "90° ed oltre" e la conformità di un apparecchio alla L.R. Lombarda 17/00, non è sufficiente una sommaria visione della curva fotometrica (in cui spesso è difficile intuire i valori di intensità luminosa emessi per angoli vicini e maggiori di 90°), ma è indispensabile possedere e verificare i dati fotometrici in formato tabulare numerico.



b. Conformità degli apparecchi

D.G.R. 7/6162, Articolo 5, "Le case costruttrici, importatrici, fornitrice":

"[...] provvedono a corredare la documentazione tecnica dei seguenti documenti:

a) il certificato di conformità alla L.R. 17/00, su richiesta del progettista, per il prodotto messo in opera sul territorio della Regione Lombardia;

b) 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 temperatura ambiente durante la misurazione;
- la tensione e la frequenza di alimentazione della lampada;
- la norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
- l'identificazione del laboratorio di misura e il nominativo del responsabile tecnico;
- le specifiche della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
- la posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
- il tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e la relativa incertezza di misura;
- la dichiarazione del responsabile tecnico di laboratorio o di enti terzi, quali l'IMQ, circa la veridicità delle misure."

Commenti: I produttori, gli importatori ed i fornitori di apparecchi per l'illuminazione sono per legge obbligati a fornire i dati di cui alle lettere a) e b), ma in particolar modo solo quanto specificato al punto b) permette a progettista e comune di verificare la conformità del prodotto prescelto alla L.R. 17/00 e s.m.i..

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*.

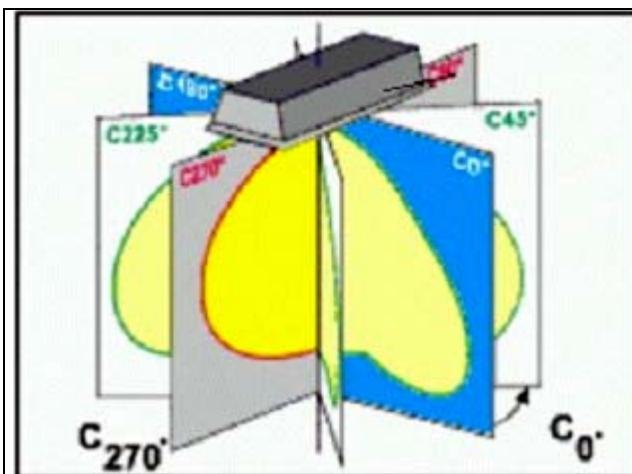


Fig. 2.3 – Intensità luminosa tracciata in ciascun piano che taglia il corpo illuminante. La somma di tutte le intensità luminose a 360° su tutti i piani rappresenta il "solido" fotometrico dell'apparecchio.

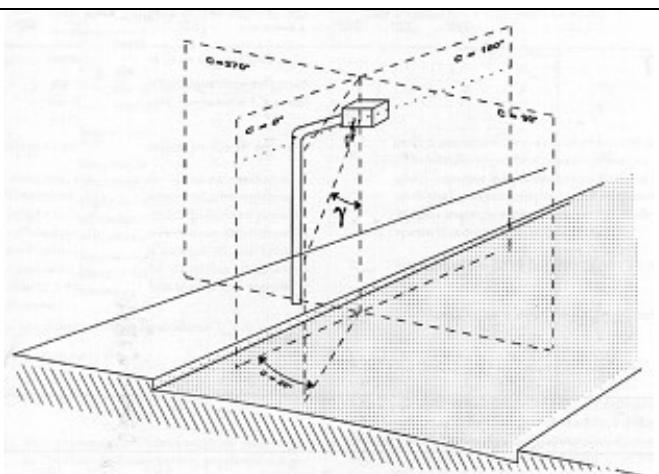


Fig. 2.4 – Schematizzazione di come viene rappresentata l'intensità luminosa. Esiste una intensità luminosa per ogni angolo Gamma su ogni piano C.



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.R. 17/00) 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 γ	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
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	191	191	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	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	
87.5	0	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	
90-180	0																										

Tabella 2.1 – Tavola delle intensità luminose per ogni piano C per angolo compreso 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.R. 17/00 e s.m.i.



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.R. 17/00 e s.m.i..

Poiché le tabelle non danno la certezza assoluta della veridicità dei dati, una maggiore garanzie 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.R. 17/00 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.R. 17/00**

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
170°	0
180°	0

**Apparecchio non più
conforme alla L.R. 17/00**

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
170°	0
180°	0

**Apparecchio non più
conforme alla L.R. 17/00**



c. Tipologia degli apparecchi

La L.R. 17/00 e s.m.i., lascia libertà di scelta sulla tipologia degli apparecchi, fornendo solo alcune indicazioni fortemente auspicate, ma non obbligatorie, se si persegue la conformità alla L.R. 17/00 e s.m.i.

Riassumiamo di seguito quelli più evidenti.

- 1- D.G.R. 7/6162, Articolo 5, "Criteri comuni":

"a) [...] a tale fine, in genere, le lampade e gli eventuali elementi di protezione trasparenti devono essere "incassate" nel vano ottico superiore dell'apparecchio stesso."

- 2- D.G.R. 7/6162, Articolo 5, "Criteri comuni":

"b) [...] elementi di chiusura preferibilmente trasparenti e piani, realizzati con materiale stabile anti ingiallimento quale vetro, metacrilato ed altri con analoghe proprietà."

Per quanto riguarda gli apparecchi illuminanti, a parità di conformità sono da preferire 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.

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.R. 17/00 e s.m.i., 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.



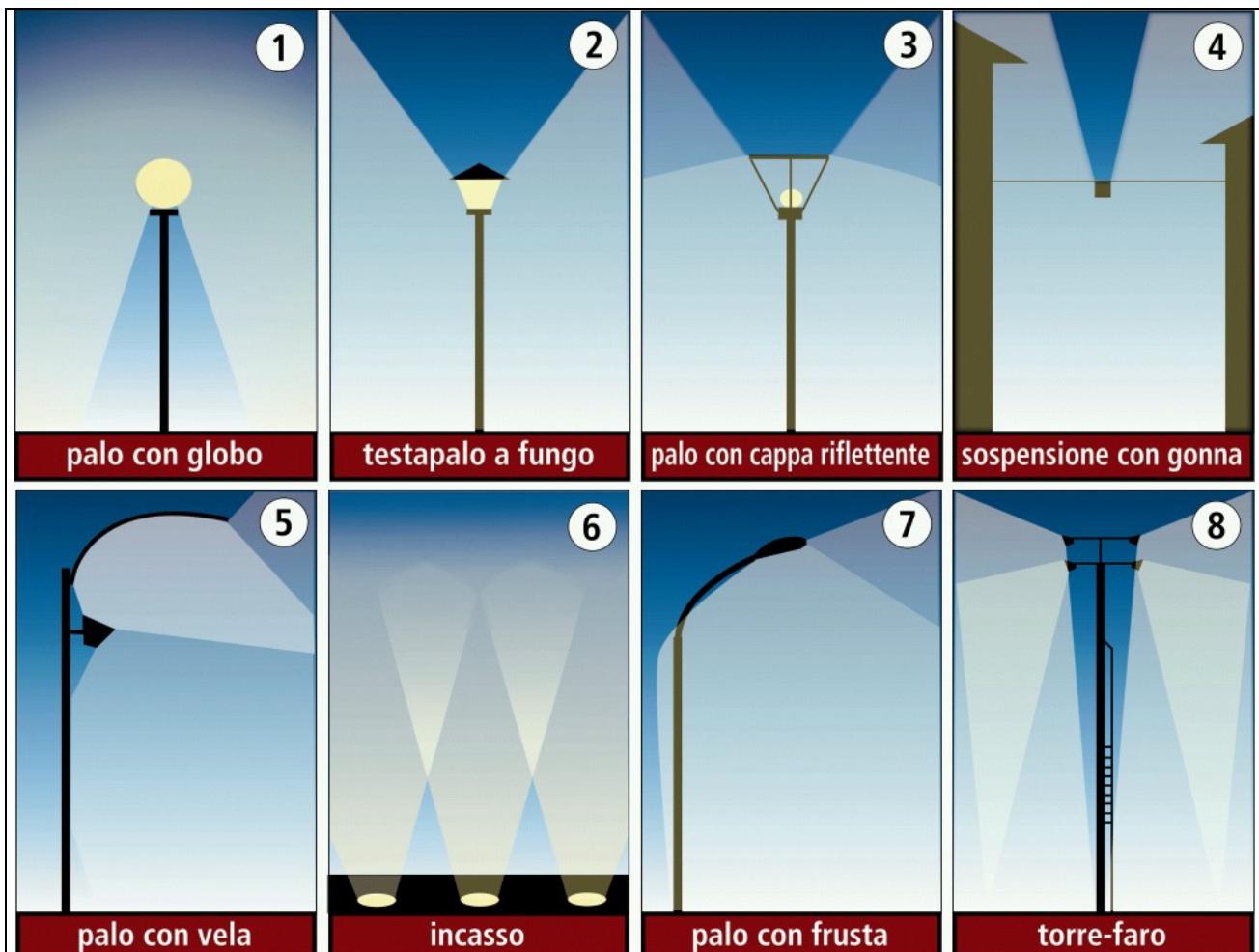


Figura 2.5 – Apparecchi non conformi con la L.R. 17/00 e s.m.i.. Alcune di queste tipologie presenti anche sul territorio comunale possono facilmente essere adattate (es. i pali a frusta se l'apparecchio installato è a vetro piano e può essere posto con vetro orizzontale) anche mediante l'inserimento di alette schermanti. Purtroppo altre possono solo essere sostituite. (Cortesia: CieloBuio)



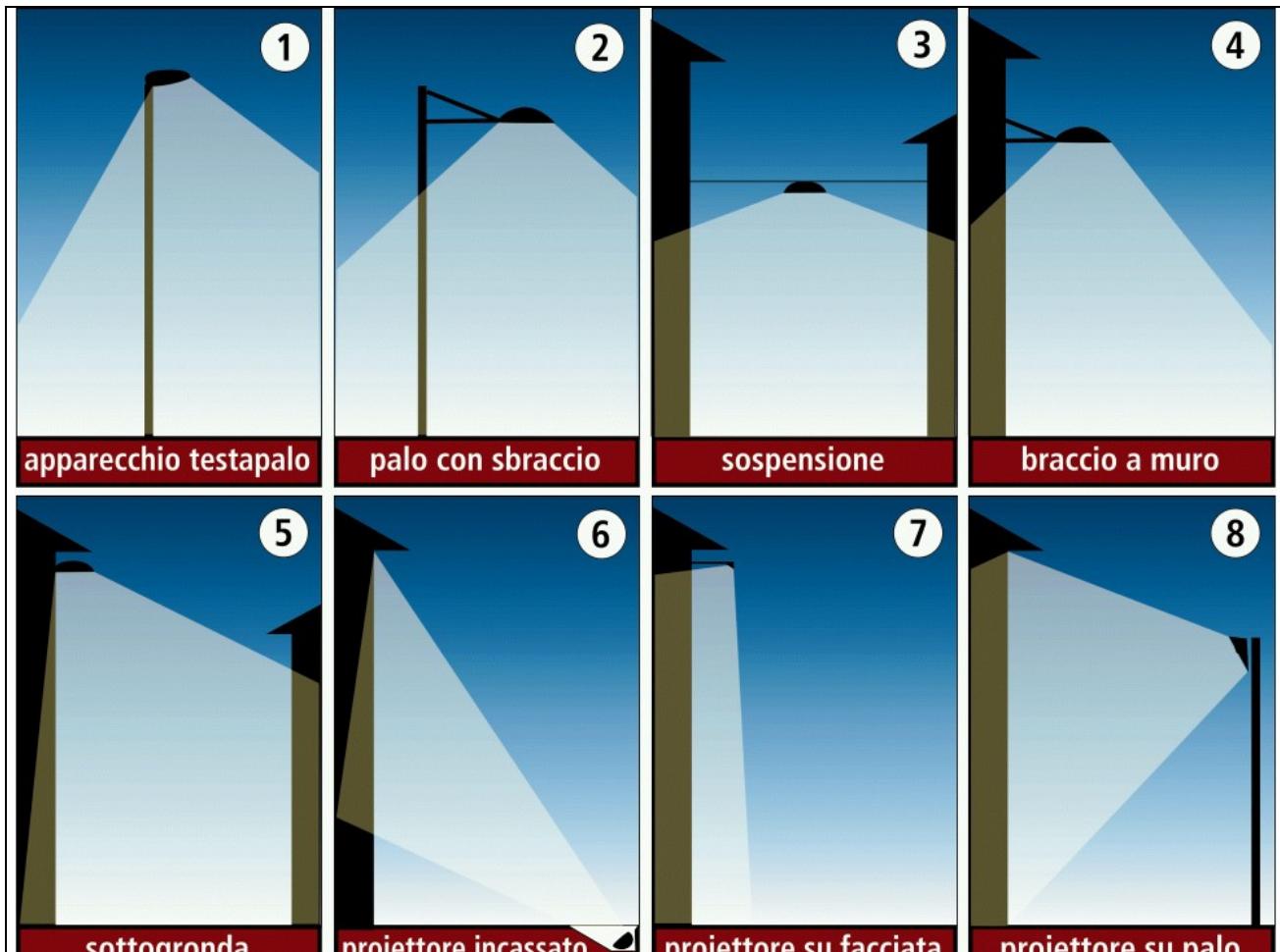


Figura 2.6 – Apparecchi conformi alla L.R. 17/00 e s.m.i.. Le tipologie 6 e 8 sono ammesse esclusivamente per l'illuminazione di edifici storici a di alto valore architettonico ove non si possa procedere ad una diversa installazione. (Cortesia: CieloBuio)



2.4- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRETTO

Documentazione in parte tratta dall'allegato 6 della D.D.G. della Regione Lombardia n. 8950 del 3 Agosto 2007.

Il controllo del flusso luminoso indiretto viene prescritto dalla legge in termini di limitazione dei parametri illuminotecnici specifici (luminanza media mantenuta ed illuminamenti medi mantenuti) ai valori minimi specificati dalle norme, come le tolleranze di misura specificate dalle norme stesse.

In particolare la L.R. 17/00 e s.m.i. specifica:

D.G.R. 7/6162, Articolo 5, "Criteri comuni" , lettera d):

"[...] *luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non superiore ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza, nel rispetto dei seguenti elementi guida:*

- *calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore della superficie;*
- *impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interesse dei punti luce;*
- *impiego di dispositivi in grado di ridurre l'emissione di luce in relazione alla diminuzione comprovata del traffico veicolare, a condizione di non compromettere la sicurezza;*
- *mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza, di valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m²;*
- *realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN, UNI, NF, assumendo, a parità di condizioni, i riferimenti normativi che concorrono al livello minimo di luminanza mantenuta ed illuminamenti."*

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)

Definite nella tabella di seguito riportata.

Classe	Luminanze delle superfici stradali			Abbagliamento	SR minimo*
	Lm (minima mantenuta) cd/m ²	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+toleranza 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/m ²]		-	-

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



Ai fini del rispetto della L.R. 17/00 e s.m.i. deve essere preso come parametro di progetto, con le dovute tolleranze di misura definite nella norma, l'illuminamento orizzontale.

Parametri minimi o massimi di progetto da verificare.

Illuminamento orizzontale				Illuminamento semicindrico		
Classe	E. Medio (minimo mantenuto) lx	U ₀ Emedio minimo	Ti (incremento di soglia) % massimo	Classe	E _{sc} minimo lx	
CEO	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	

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



2.5- SORGENTI LUMINOSE EFFICIENTI

a. Tipologie

L.R. 17/00. Art.6, comma 2:

"[...] gli stessi devono essere equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia [...]."

D.G.R. 7/6162, Art.5 "criteri comuni" comma 2:

"[...] lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio a bassa pressione o al sodio ad alta pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore. Nei soli casi ove risulti indispensabile un'elevata resa cromatica è consentito l'impiego di lampade a largo spettro, agli alogenuri metallici, a fluorescenza compatte e al sodio a luce bianca, purché funzionali in termini di massima efficienza e minor potenza installata."

D.D.G. della Regione Lombardia n. 8950 del 3 Agosto 2007

Allegato 3

Come riportato nel D.D.G. n. 8950

La L.R. 17/00 e s.m.i. privilegia le lampade al sodio alta pressione e bassa potenza, e in particolare quelle al sodio alta pressione da 50 e 70 W, in quanto meno inquinanti dell'intero spettro elettromagnetico.

Solo ove strettamente necessario in ambiti pedonali, possono essere utilizzate anche 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. Nello specifico è **consentito l'impiego di tali sorgenti nel centro storico, aree commerciali, monumenti, edifici, aree di aggregazione e centri storici in zone di comprovato valore culturale e/o sociale.**

Questo principio si integra con quello altrettanto importante di contenimento delle potenze installate per ogni singolo impianto ed applicazione:

- in senso puntuale, in quanto a parità di applicazione e di punti luce è preferibile l'utilizzo di lampade a minore potenza, anche se meno efficienti. Per esempio, se in ambito esclusivamente pedonale, un parco può essere illuminato con le sorgenti a fluorescenza da 23 W o tipo a ioduri metallici con bruciatore ceramico da 20 o 35W, piuttosto che utilizzare lampade da 70 W al sodio alta pressione. È evidente che questa valutazione va fatta a parità di punti luce altrimenti non si sta operando in modo compatibile con la *ratio* e i dettami della L.R. 17/00 e succ. integrazioni.

- In senso generale, in quanto le scelte progettuali devono mirare alla riduzione delle potenze installate e all'ottimizzazione degli impianti anche dal punto di vista manutentivo. Dove possono essere utilizzati **sistemi a LED di segnalazione o di evidenziazione**, anche se l'efficienza è inferiore rispetto a una lampada al



sodio alta pressione, il loro utilizzo è preferibile, in quanto le potenze installate e i costi manutentivi vengono ridotti significativamente (vista l'aspettativa di vita dei led dalle 4 alle 7 volte superiore a quella di lampade tradizionali). **L'utilizzo di sorgenti e degli apparecchi a LED non deroga comunque dalla prescrizione della L.R. 17/00 e s.m.i. di emissione massima di 0.49 cd/km a 90° ed oltre.**

- L'incremento di potenza significa per ogni tipologia di sorgente luminosa un incremento di efficienza, ma ciò può non garantire la conformità alla L.R. 17/00 e succ. integrazioni. Utilizzare, per esempio, sorgenti luminose ad alta potenza agli ioduri metallici da 400 W, solo perché efficienti come le sorgenti al sodio alta pressione da 70 W, in luoghi dove queste ultime dono sufficienti e adeguate per ottenere risultati illuminotecnici richiesti dalle norme e per legge, rende *de facto* fuori legge l'installazione di sorgenti al alta potenza con ioduri metallici.

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
- 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
- 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, in particolare la legge regionale n. 17/2000, sono le seguenti:

- Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione - Tipo 1:

Costituite da un tubo di scarica in alluminio policristallino racchiuso all'interno di un bulbo di vetro. Bulbo tubolare esterno in vetro trasparente, posizione di funzionamento universale.

Temperatura colore T = 1950 °K

Attacco: E27 - E40

Resa Cromatica Ra=25

Efficienza 85-130 lm/W

Potenze: comprese fra 50 a 250 W privilegiando le potenze inferiori in relazione alla tipologia di strada.

Applicazione: illuminazione di aree urbane e pubbliche o private.



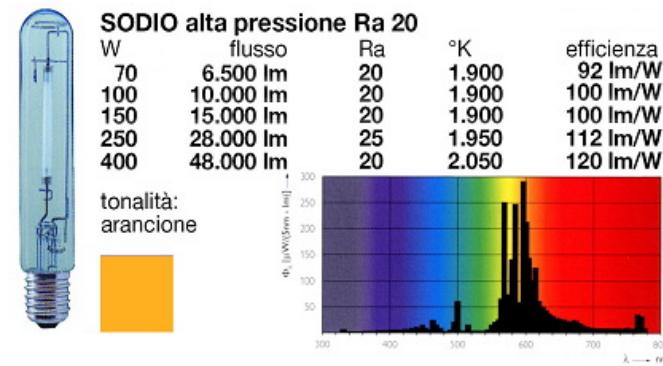


Figura 2.7 – Caratteristiche principali di alcune tipologie di Lampade al sodio alta pressione

- **Lampade ai vapori di sodio ad alta pressione - Tipo 2:**

Costituite da un tubo di scarica in alluminio policristallino racchiuso all'interno di un bulbo di vetro. Bulbo tubolare esterno in vetro trasparente, posizione di funzionamento universale.

Temperatura colore $T = 2150 \text{ } ^\circ\text{K}$

Attacco: E27 - E40

Resa Cromatica $Ra=65$

Efficienza max 95 lm/W

Potenze: sino a 150 W

Applicazione: Illuminazione in cui sia richiesto equilibrio fra colore della luce ed efficienza.

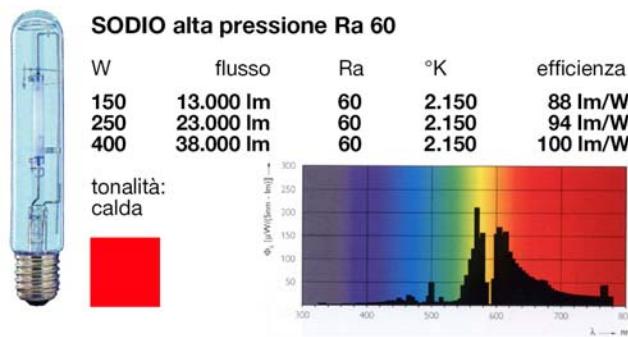


Figura 2.8 – Caratteristiche principali di alcune tipologie di Lampade al sodio alta pressione a Ra maggiorato

- **Lampade ai vapori di sodio a bassa pressione:**

Costituite da un tubo di scarica ad U all'interno di un bulbo in vetro trasparente alla radiazione visibile, ma riflettente la radiazione infrarossa al fine di aumentare l'efficienza luminosa che risulta la massima attualmente raggiunta.

Temperatura colore $T=1800 \text{ } ^\circ\text{K}$

Attacco: BY22D

Efficienza 100-205 lm/W

Applicazione: Illuminazione di strade dove la resa cromatica non sia essenziale (zone artigianali o industriali), incroci stradali (il colore arancione permette di allertare l'utente della strada). Illuminazione dove si desideri la lampada con la massima efficienza possibile.



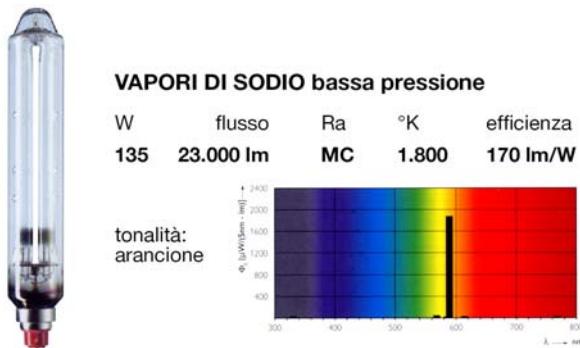


Figura 2.9 – Caratteristiche principali di alcune tipologie di Lampade al sodio bassa pressione

- **Lampade fluorescenti compatte a risparmio energetico:**

Durata: oltre 15.000 ore

Temperatura colore $T = 3000 \text{ }^{\circ}\text{K}$

Resa Cromatica Ra sino a 82

Potenze: sino a 36W

Applicazione: Illuminazione di aree in cui vi sia presenza di verde. Il loro utilizzo è anche utile in quanto, vendo accensione immediata, possono essere utilizzati per illuminazione di ciclabili o passaggi pedonali regolati da sensori di movimento.

- **Lampade ad alogenuri metallici – Tipo 1:**

Bruciatore ceramico

Durata: oltre 7.000 ore

Temperatura colore $T = 3000 \text{ }^{\circ}\text{K}$

Resa Cromatica Ra=83

Efficienza: >89 lm/W

Potenze: da 35 a 150W

Applicazione: Illuminazione di aree limitate per cui è richiesta un elevata resa cromatica (alcuni elementi del centro storico come monumenti o passeggiate pedonali). Il loro impiego è spesso indicato per l'illuminazione decorativa dei manufatti. Data la loro durata limitata e **alto potere inquinante dello spettro elettromagnetico**, limitarne l'uso ove solo dove strettamente necessario.

IODURI METALLICI bruciatore ceramico

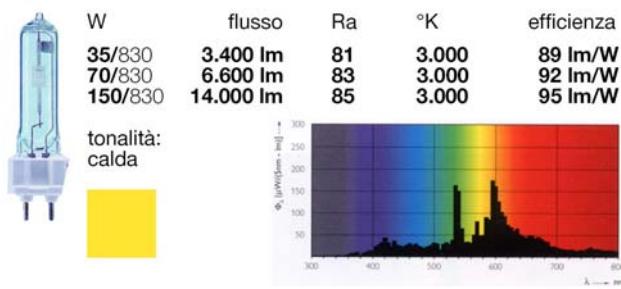


Figura 2.10 – Caratteristiche principali di alcune tipologie di lampade agli ioduri metallici ad alta efficienza

- **Lampade ad alogenuri metallici – Tipo 2:**

Durata: oltre 7.000 ore



Temperatura colore T = 4500 °K

Resa Cromatica Ra=65

Efficienza: >68 lm/W

Potenze: da 250 a 1000 W

Applicazione: illuminazione di aree limitate per cui è richiesta un elevata resa cromatica (tipicamente impianti sportivi). Data la loro bassa efficienza, durata limitata, **alto potere inquinante dello spettro elettromagnetico**, e le alte potenze impiegate limitarne l'uso ove strettamente necessario.

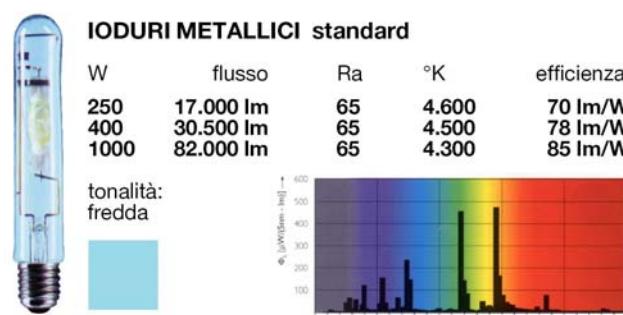


Figura 2.11 – Caratteristiche principali di alcune tipologie di lampade agli ioduri metallici

La scelta di questi tipi di sorgenti luminose si fonda su precise considerazioni.

1. Le caratteristiche cromatiche delle lampade si adattano particolarmente alle superfici cui sono destinate (la temperatura correlata di colore è infatti compatibile con la curva di riflessione delle superfici di interesse).
2. La temperatura correlata di colore è stata scelta in relazione ai materiali di costruzione e al tipo di fruizione delle aree. Le sorgenti impiegate risultano facilmente focalizzabili e con una buona stabilità di colore.
3. L'efficienza luminosa elevata consente di limitare la potenza elettrica installata ed assorbita, contenendo quindi i costi di esercizio dell'impianto.
4. Le sorgenti luminose selezionate hanno tutte una vita media-elevata.
5. Si evita l'utilizzo di lampade con un elevato impatto ambientale e contenenti in particolare mercurio.

Per quanto riguarda le caratteristiche cromatiche delle lampade ricordare che:

- esse devono adattarsi alle superfici cui sono destinate (la temperatura di colore è infatti compatibile con la curva di riflessione delle superfici di interesse);
- la temperatura di colore va scelta in relazione ai materiali di costruzione e al tipo di fruizione delle aree.

b. Eliminazione sorgenti luminose a elevato impatto ambientale

La scelta del piano dell'illuminazione 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**



simili 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 della 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 innesta 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

D.G.R. 7/6162, Articolo 5, "Criteri comuni" , lettera d):

"[...] luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non superiore ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza, nel rispetto dei seguenti elementi guida:

- *calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore della superficie;*
- *impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interesse dei punti luce;*
- *impiego di dispositivi in grado di ridurre l'emissione di luce in relazione alla diminuzione comprovata del traffico veicolare, a condizione di non compromettere la sicurezza;*
- *mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza, di valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m²;*
- *realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN, UNI, NF, assumendo, a parità di condizioni, i riferimenti normativi che concorrono al livello minimo di luminanza mantenuta ed illuminamenti."*

L.R. 17/00, Art. 6, comma 10bis, lettera c):

"c) [...] dispone l'impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interesse dei punti luce e ridotti costi manutentivi; in particolare, i nuovi impianti di illuminazione stradali tradizionali, fatta salva la prescrizione dell'impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di strada ed al suo indice illuminotecnico, **devono garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3.7.** Sono consentite soluzioni alternative solo in quanto funzionali alla certificata migliore efficienza generale dell'impianto."

a. Ambito stradale

L'ottimizzazione degli impianti d'illuminazione stradale si può conseguire con il concorso (D.D.G. n. 8950 del 3 agosto 2007):

- di una corretta classificazione (capitolo 4 del piano);
- dell'utilizzo dei valori minimi di luminanza previsti dalle norme;
- dell'utilizzo, a parità di condizioni illuminotecniche e numero di sostegni di corpi illuminanti che conseguono la minore potenza installata ed i maggiori risparmi di esercizio e manutentivi.



<i>Indice Illuminotecnico</i>	<i>Potenze consigliate</i>	<i>Potenze consigliate (se la larghezza della carreggiata è superiore a 8 metri)</i>
1 ($Lm=0.3 \text{ cd/m}^2$)	50W-70W	70W
2 ($Lm=0.5 \text{ cd/m}^2$)	50W-70W	100W-150W (statisticamente non più del 10% dei casi)
3 ($Lm=0.75 \text{ cd/m}^2$)	70W	100W (statisticamente il 25-35% dei casi) 150W (statisticamente solo il 10-15% dei casi)
4 ($Lm=1 \text{ cd/m}^2$)	70W-100W	150W (statisticamente solo il 20-30% dei casi)
5 ($Lm=1.5 \text{ cd/m}^2$)	100W-150W	150W (statisticamente il 50% dei casi)
6 ($Lm=2 \text{ cd/m}^2$)	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

A completamento dei concetti sopra espressi, la legge regionale specifica inoltre per i nuovi impianti d'illuminazione un **rapporto minimo di "interdistanza su altezza" dei sostegni maggiore di 3,7** a parità degli altri parametri di ottimizzazione. È possibile conseguire un rapporto superiore a 3,7, anche per carreggiate di larghezza pari a 14 metri, ma è necessario cercare sempre il corpo illuminante più adeguato a ciascuna esigenza di installazione e applicativa.

Sono evidenti le seguenti osservazioni emerse dall'applicazione della L.R. 17/00 e s.m.i.:

- per *impianti di illuminazione stradali tradizionali* si intende qualsiasi impianto d'illuminazione che utilizza corpi illuminanti posti su sostegni o a parete, sia di tipo stradale che di arredo urbano (lanterna o altro);
- il rapporto minimo accettabile di 3.7 non è conseguibile ovviamente, solo e unicamente in corrispondenza di ostacoli invalicabili, quali viali alberati o in corrispondenza di incroci;
- sono ammessi apparecchi su entrambi i lati della strada (*quinconce* o bilaterali) o a centro strada, solo in caso di carreggiate separate, sempre nel rispetto d'un rapporto minimo accettabile di 3.7. Per installazioni *quinconce* tal rapporto è riferito a apparecchi consecutivi ma su lati opposti della carreggiata, e per bilaterali frontali deve essere moltiplicato per un fattore 2.
- La frase "*sono consentite soluzioni alternative solo in quanto funzionali alla certificata migliore efficienza generale dell'impianto*" non contempla la deroga a rapporto minimo accettabile di 3.7, se si utilizzano sistemi di riduzione di flusso luminoso (peraltro altrettanto obbligatori) o se si persegue il confronto con corpi illuminanti con potenze inferiori, ma complessivamente superiori per km di strada e con maggiori costi manutentivi.
- In caso di viali alberati, ostacoli, incroci, l'interdistanza è forzatamente limitata da tale presenza e spesso il rapporto 3.7 non è perseguitabile. Si ricorda comunque che 3.7 ha valore all'interno di un progetto illuminotecnico di un tratto rettilineo di strada e come tale deve essere inteso, rivalutando la situazione in corrispondenza di intersezioni. Prevedere indicativamente la posizione dei sostegni in modo da non interferire con passaggi, ostacoli vari, curve strette o comunque alberi, affinché il valore medio del rapporto interdistanza altezza non sia inferiore a 3.7.

L'ottimizzazione si ottiene solo con una progettazione illuminotecnica accurata che tenga conto e ricerchi la configurazione dell'impianto che meglio soddisfi le seguenti indicazioni:

1. massimizzare il rapporto interdistanza su altezza palo, scegliendo i progetti con rapporti minimi. Adottare come linee guida i valori suggeriti nella tabella 2.6;



2. minimizzare la potenza installata per chilometro di strada;
3. adottare come linee guida i valori suggeriti nella tabella 2.5;
4. minimizzare i costi di esercizio e di manutenzione.

Per ottenere i risultati richiesti scegliere accuratamente i corpi illuminanti normalmente preferendo quelli che, a parità di condizioni con corpo con vetro piano orizzontale, sono caratterizzati da curve fotometriche molto aperte e fortemente asimmetriche lungo l'asse trasversale alla strada, per riuscire a coprire in modo uniforme tutta la strada e le sue aree attinenti.

Non sempre gli apparecchi che permettono la massimizzazione del rapporto interdistanza/altezza palo sono quelli da preferire in quanto a volte questa ottimizzazione non coincide con la minimizzazione della potenza installata (maggiori risparmi sui consumi energetici) o con la minimizzazione del numero di apparecchi installati (che si ottiene con la massimizzazione dell'interdistanza e minimizza i costi di installazione e di manutenzione).

b. *Easy Light - Save the Sky* e verifica della conformità alla L.R. 17/00 e s.m.i.

Di seguito viene illustrato uno strumento che può essere un valido aiutio per le verifiche dell'illuminazione pubblica ed in generale per il rispetto della L.R. 17/00 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 del paradigma fondativo della L.R. della Lombardia 17/00 e succ. integrazioni.

Easy Light può essere usato anche per la verifica della conformità dei corpi illuminanti alla L.R. 17/00 e s.m.i. 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* stabilisce 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 è stato costruito nel pieno adempimento delle norme UNI 11248 e fa riferimento ai sistemi di calcolo propri delle CIE30 ed è stato recentemente aggiornato per le norme 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 Programmi di riferimento principalmente utilizzati per verificare l'attendibilità di *Save the Sky* sono: LiteStar 4.1 e 5.0, Relux 3.0, ewoEXCALC 1.01.03.

IMPORTANTE: *Easy Light - Save the Sky* non è propriamente un programma di progettazione illuminotecnica, anche se fornisce tutte le informazioni necessarie per la progettazione e per la verifica illuminotecnica.

Easy Light - Save the Sky fornisce però 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.

I risultati ottenibili sono molto interessanti in quanto *Save the Sky* riesce ad incrementare mediamente dal 20 al 40% le prestazioni di un progetto illuminotecnico standard.

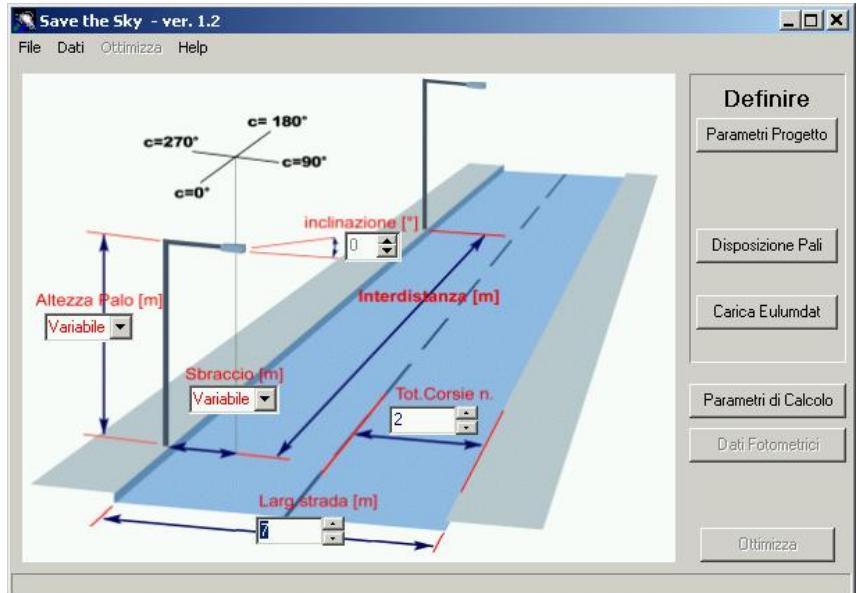


Figura 2.12 – Schermata principale di STS – Easy Light

c. Ambiti di applicazione non stradale

Linee guida di ottimizzazione (D.D.G. n. 8950 del 3 agosto 2007):

- il fattore da ottimizzare in tale ambito è la potenza installata (puntuale e complessiva) che deve essere la minore possibile a parità di fattore di utilizzazione, sempre nel rispetto delle norme tecniche e di sicurezza vigenti (EN 13201), e qualora queste non siano applicabili, con luminanze medie mantenute non superiori a 1cd/m².
- 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, in impianti d'illuminazione di piste ciclabili o ciclopedinali, 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 minima di progetto pari a 4,5.

2.7 - SISTEMI PER LA RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

D.G.R. 7/6162, Art. 5. "Criteri comuni", lettera d):

"[...] impiego di dispositivi in grado di ridurre, entro le ore 24.00, l'emissione di luce in misura non inferiore al 30% rispetto alla situazione di regime, a condizione di non compromettere la sicurezza."

D.D.G. della Regione Lombardia n. 8950 del 3 Agosto 2007

Allegato 4

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. Stradali Extraurbani

D.G.R. 7/6162, Art. 6. "Criteri per impianti specifici":

"L'illuminazione di autostrade, tangenziali, circonvallazioni, ecc. deve essere garantita con l'impiego, preferibilmente, di lampade al sodio a bassa pressione; sono ammessi, ove necessario, analoghe lampade ad alta pressione."

b. Grandi Aree

D.G.R. 7/6162, Art. 6. "Criteri per impianti specifici":

"L'illuminazione di parcheggi, piazzali, piazze ed altre superfici similari deve essere garantita con l'impiego, preferibilmente, di lampade al sodio ad alta o bassa pressione;

Gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi di spegnimento o di riduzione della luminanza nei periodi di non utilizzazione.

L'installazione di torri-faro, deve prevedere una potenza installata inferiore, a parità di luminanza delle superfici illuminate, a quella di un impianto con apparecchi tradizionali, ovvero se il fattore di utilizzazione, riferito alla sola superficie stradale, superi il valore di 0,5."

c. Centri storici e vie commerciali

D.G.R. 7/6162, Art. 6. "Criteri per impianti specifici":

"I centri luminosi, in presenza di alberature, devono essere posizionati in modo da evitare che il flusso verso le superfici da illuminare sia intercettato significativamente dalla chioma degli alberi stessi.

L'illuminazione dei centri storici deve dare preferenza agli apparecchi posizionati sotto gronda o direttamente a parete."

d. Impianti sportivi

D.G.R. 7/6162, Art. 7. "Criteri per altri impianti specifici":

"L'illuminazione di tali impianti, operata con fari, torri-faro e proiettori, deve essere realizzata nel rispetto delle indicazioni generali di cui al capitolo 5.



La stessa deve essere garantita con l'impiego, preferibilmente, di lampade ad alta efficienza; ove ricorra la necessità di garantire un'alta resa cromatica, è consentito l'impiego di lampade agli alogenuri metallici.

Gli impianti devono essere dotati di appositi sistemi di variazione della luminanza in relazione alle attività/avvenimenti quali allenamenti, gare, riprese televisive, ed altri.

I proiettori devono essere di tipo asimmetrico, con inclinazione tale da contenere la dispersione di luce al di fuori dell'area destinata all'attività sportiva.

Per gli impianti sportivi di grandi dimensioni, ove siano previste riprese televisive, è consentito affiancare, ai proiettori asimmetrici, proiettori a fasci concentranti comunque dotati di schermature per evitare la dispersione della luce al di fuori delle aree designate.



Figura 2.13 - Impianti sportivi illuminati in modo conforme alla L.R. 17/00 con proiettori asimmetrici orientati orizzontalmente e che non disperdoni luce verso l'alto.

L.R. 17/00 Art. 6, comma 6:

"6. Nell'illuminazione di impianti sportivi e grandi aree di ogni tipo devono essere impiegati criteri e mezzi per evitare fenomeni di dispersione di luce verso l'alto e al di fuori dei suddetti impianti. È concessa deroga alle disposizioni del comma 2 in termini di intensità luminosa massima, per gli impianti sportivi con oltre 5.000 posti a sedere, a condizione che gli apparecchi di illuminazione vengano spenti entro le ore ventiquattrre e siano comunque dotati delle migliori applicazioni per il contenimento del flusso luminoso verso l'alto ed all'esterno degli impianti medesimi."



Figura 2.14 – Salò: impianto sportivo di grande dimensioni conforme alla L.R. 17/00 e s.m.i.



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.

Nelle figure 5.24 e 5.25 sono riportati degli esempi di impianti d'illuminazione per attività sportive conformi alla L.R. 17/00 e s.m.i. Nello specifico in figura 5.25 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%).

e. Monumenti ed edifici

D.G.R. 7/6162, Art. 7. "Criteri per altri impianti specifici":

"L'illuminazione di tali manufatti, fatte salve le indicazioni generali di cui al capitolo 5), deve essere, preferibilmente, di tipo radente, dall'alto verso il basso; solo nel caso di conclamata impossibilità e per manufatti di particolare e comprovato valore storico, i fasci di luce possono essere orientati diversamente, rimanendo, comunque, almeno un metro al di sotto del bordo superiore della superficie da illuminare e, in ogni caso, entro il perimetro della stessa, provvedendo allo spegnimento parziale o totale, o alla diminuzione di potenza impiegata entro le ore ventiquattro.

L'impianto deve utilizzare ottiche in grado di collimare il fascio luminoso anche attraverso proiettori tipo spot o sagomatori di luce ed essere corredata di eventuali schermi antidisersione.

La luminanza media mantenuta non deve superare quella delle superfici illuminate nelle aree circostanti, quali strade, edifici o altro e, in ogni caso, essere contenuta entro il valore medio di 1 cd/m².

L'illuminazione dei capannoni industriali deve essere effettuata privilegiando le lampade al sodio a bassa pressione.

Per gli edifici privi di valore storico sono da preferire le lampade ad alta efficienza, quali quelle al sodio ad alta pressione ed anche, eventualmente, a bassa pressione; in alternativa possono essere utilizzati impianti dotati di sensori di movimento per l'accensione degli apparecchi per l'illuminazione di protezione. Sono da prevedere, altresì, sistemi di controllo che provvedano allo spegnimento parziale o totale, o alla diminuzione di potenza impiegata, entro le ore ventiquattro."

Il D.G.R. 7/6162, per quanto riguarda l'illuminazione degli edifici, è in parte stato abrogato (la parte sottolineata è abrogata) con l'approvazione della L.R. 38/04 che ha integrato la L.R. 17/00 come segue.

L.R. 17/00 Art. 6, comma 10:



"10. L'illuminazione di edifici e monumenti, fatte salve le disposizioni del comma 2 in termini di intensità luminosa massima, deve essere di tipo radente, dall'alto verso il basso; solo nei casi di comprovata inapplicabilità del metodo ed esclusivamente per manufatti di comprovato valore artistico, architettonico e storico, sono ammesse altre forme di illuminazione, purché i fasci di luce rimangano entro il perimetro delle stesse, l'illuminamento non superi i 15 lux, l'emissione massima al di fuori della sagoma da illuminare non superi i 5 lux e gli apparecchi di illuminazione vengano spenti entro le ore ventiquattro."

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;
- luminanza media delle superfici illuminate inferiore a 1 cd/m² (come disposto dal regolamento attuativo della L.R. 17/00);
- 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, l'emissione massima al di fuori della sagoma da illuminare non superi i 5 lux;
- adottare ottiche in grado di collimare il fascio luminoso anche attraverso proiettori tipo spot o sagomatori di luce, ed essere corredata di eventuali schermi antidisersione;
- spegnimento entro le ore ventiquattro (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, **entro le ore ventiquattro**).

f. Insegne prive di illuminazione propria

D.G.R. 7/6162, Art. 7. "Criteri per altri impianti specifici":

"L'illuminazione deve essere realizzata dall'alto verso il basso, come definito nel capitolo 5 "Criteri comuni".

Appartengono a questa categoria le insegne con sorgenti di luce esterne alle stesse."

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.

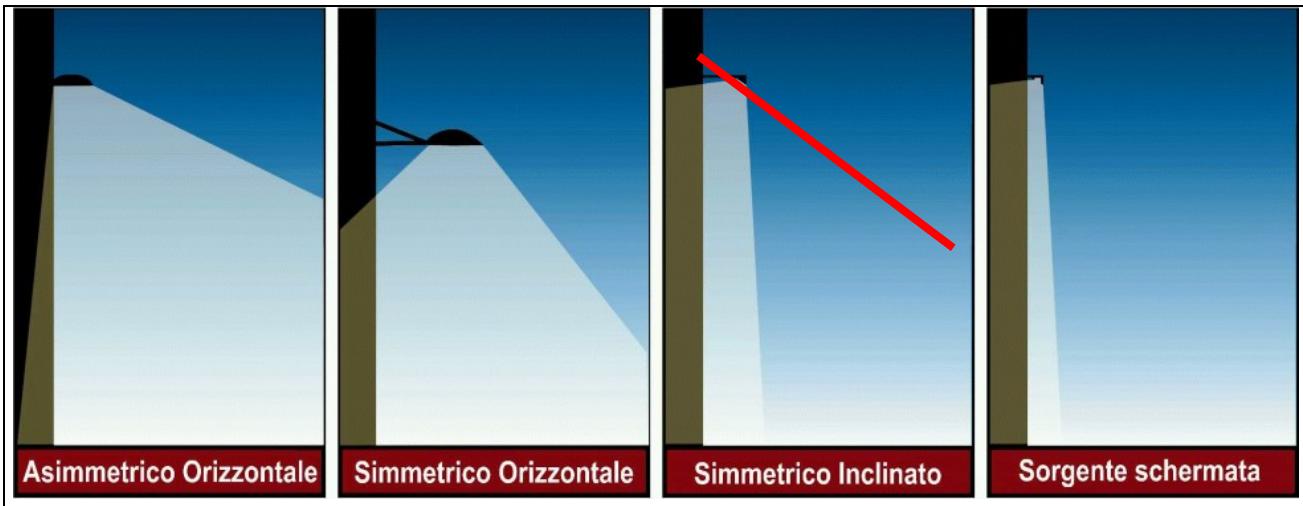


Figura 2.15– Installazioni ammesse. Nel caso "Simmetrico Inclinato", l'inclinazione deve essere tale che il piano passante per il vetro del proiettore inclinato venga comunque intercettato dalla parete altrimenti l'apparecchio non risulta più conforme. (Cortesia CieloBuio)



Figura 2.16 – Installazioni non conformi alla L.R. 17/00 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.R. 17/00 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. Di seguito si riporta il relativo estratto di legge.

L.R. 17/00 Art. 6, comma 10bis, lettera b):

„b) [...] incentiva, anche al fine di migliorare la sicurezza stradale, la sostituzione e l'integrazione dell'illuminazione tradizionale con sistemi passivi di segnalazione, quali catarifrangenti, cat-eyes e similari, o sistemi attivi, quali LED fissi o intermittenti, indicatori di prossimità, linee di luce e similari.“



2.9 - CRITERI TECNICI IMPIANTI IN DEROGA AL PROGETTO ILLUMINOTECNICO

D.G.R. 7/6162, Art. 2. "Adempimenti", I Comuni:

"[...] autorizzano, con atto del Sindaco, i progetti di tutti gli impianti di illuminazione esterna, anche a scopo pubblicitario, con l'esclusione di quelli di modesta entità, quali quelli del capitolo 9, lettera a), b), c), d), e)." "

Commenti – Non sono soggetti all'autorizzazione del Sindaco i progetti degli impianti di "modesta entità", definiti nel regolamento attuativo della legge medesima. Per tali impianti sono talvolta previste delle prescrizioni tecniche da rispettare. Disposizioni di verifica e controllo per tali tipologie di impianto possono essere definite all'interno del regolamento comunale oppure nel regolamento edilizio.

a. Sorgenti internalizzate

D.G.R. 7/6162, Art. 9. lettera a):

"a) [...] tutte le sorgenti luminose internalizzate e quindi non inquinanti, quali quelle all'interno degli edifici, nei sottopassaggi, nelle gallerie, ed in strutture simili, che schermano la dispersione della luce verso l'alto. "

Chiarimenti – Sono sorgenti di questo tipo le sorgenti che sono completamente schermate verso l'alto da ostacoli naturali oppure interne ad edifici.

Non rientrano in tale categoria le sorgenti di luce dei seguenti tipi:

- poste all'interno di edifici ma rivolte verso l'esterno e non funzionalmente utilizzate per illuminare l'intero dell'edificio (quali abitazioni, vetrine di negozi, ecc.);
- sorgenti luminose poste sotto strutture non fisse, labili o trasparenti quali ad esempio sorgenti puntate su soffitti trasparenti o semitransparenti, o sorgenti puntate sulla vegetazione.

b. Sorgenti di uso temporaneo

D.G.R. 7/6162, Art. 9. lettera c):

"c) [...] le sorgenti di luce di uso temporaneo o che vengano spente entro le ore 20.00 nel periodo di ora solare ed entro le ore 22.00 nel periodo di ora legale, quali, ad esempio, i proiettori ad alogen, le lampadine a fluorescenza o altro, regolati da un sensore di presenza. "

Chiarimenti – Il chiarimento di questa deroga di legge passa attraverso la definizione di temporaneità.

Per tale motivo, essendo il significato della definizione molto sottile, si riporta il contenuto indicato nel Devoto Oli.

Temporaneo: "Di ciò che non è destinato a durare stabilmente, ma che ha un carattere di provvisorietà".

Ne deriva che rientrano in tale categoria sorgenti di luce installate provvisoriamente e delle quali si può dimostrare senza alcun dubbio che siano di tipo non fisso e che non vengono usate 365 giorni su 365.



Rientrano in tale categoria inoltre:

- sorgenti di luce dotate di sensori di presenza che quindi si accendono solo in circostanze specifiche (al passaggio);
- sorgenti di luce in impianti temporanei che stanno accese solo sino alle ore 20 nel periodo di ora solare e entro le 22 nel periodo di ora solare.

Non rientra per esempio in tale categoria l'illuminazione degli impianti sportivi.

c. Insegne e Vetrine illuminate dall'esterno

D.G.R. 7/6162, Art. 9. lettera d) "Deroghe":

"d) [...] le insegne pubblicitarie non dotate di illuminazione propria, di modesta entità, quali:

- le insegne di esercizio, come indicate all'art. 23 del codice della strada e relativo regolamento di attuazione, e quelle con superfici comunque non superiori a 6 metri quadrati, **con flusso luminoso in ogni caso diretto dall'alto verso il basso**, al fine di conseguire l'intensità luminosa nei termini di cui al capitolo 5;
- gli apparecchi di illuminazione esterna delle vetrine, per un numero non superiore a tre vetrine, **con flusso luminoso comunque diretto dall'alto verso il basso**, al fine di conseguire l'intensità luminosa nei termini di cui al capitolo 5;"

Chiarimenti – L'illuminazione delle vetrine dall'esterno deve essere effettuata con apparecchi illuminanti installati in posizioni tali che le intensità luminose massime a "90° e oltre" non superiore a 0.49c d/km e con apparecchi installati come schematizzato al paragrafo 5.9 lettera f.

Ai fini della deroga dal progetto illuminotecnico le vetrine da illuminare non possono essere superiori a 3, e le insegne di "esercizio", come definito nel codice della strada, non posso superare 6 metri quadrati di superficie.

d. Insegne ad illuminazione propria

D.G.R. 7/6162, Art. 9. lettera e) "Deroghe":

"e) [...] le insegne ad illuminazione propria, anche se costituite da tubi di neon nudi."

L.R. 17/00, Art. 6, comma 4:

"Per le insegne dotate di illuminazione propria, il flusso totale emesso non deve superare i 4.500 lumen."

Chiarimenti – L'illuminazione delle insegne che sono illuminate dall'interno, quali scatolati, tubi di neon nudi, pannelli retro illuminati, ecc. non è soggetta all'autorizzazione del progetto illuminotecnico. In ogni caso **per ogni insegna il flusso totale emesso non può superare 4500 lumen**.

Tale quantità è ovviamente dipendente dall'effettivo flusso luminoso emesso dalla sorgente luminosa installata all'interno del pannello, dello scatolato o altro, e dal potere di assorbimento o dalla possibilità di lasciare uscire verso l'esterno parte del flusso luminoso.



e. Sorgenti con flusso luminoso inferiore a 1500 lm

D.G.R. 7/6162, Art. 9. lettera e) "Deroghe":

"*b) [...] le sorgenti di luce con emissione non superiore ai 1500 lumen cadauna (flusso totale emesso dalla sorgente in ogni direzione) in impianti di modesta entità, cioè costituiti da un massimo di tre centri con singolo punto luce. Per gli impianti con un numero di punti luce superiore a tre, la deroga è applicabile solo ove gli apparecchi, nel loro insieme, siano dotati di schermi tali da contenere il flusso luminoso, oltre i 90°, complessivamente entro 2250 lumen, fermi restando i vincoli del singolo punto luce e dell'emissione della singola sorgente, in ogni direzione, non superiore a 1500 lumen.*"

Chiarimenti – Per gli impianti costituiti da sorgenti luminose con flusso totale emesso, ciascuna inferiore a 1500lm, la L.R. 17/00 e s.m.i. permette che tali impianti possano emettere una parte del flusso luminoso verso l'alto.

Tale deroga permette a 3 sfere trasparenti dotate di lampade a fluorescenza compatta da 23 W (1500 lm) di essere installate senza un progetto illuminotecnico ed una approvazione sindacale. La L.R. 17/00 e s.m.i. permette di installare anche più di 3 apparecchi dotati di lampade con emissione massima di 1500 lm ma essi nella loro totalità devono emettere verso l'alto quanto tre sfere trasparenti (2250 lm).

Più numerosi sono gli apparecchi con lampade da 1500 lumen o inferiori, più devono essere schermate per farle rientrare in questa deroga del progetto e dell'emissione verso l'alto.

Questa deroga trova applicazione per numerose tipologie di interventi che spaziano dall'illuminazione residenziale, a quella d'accento a quella che utilizza nuove tecnologie quali per esempio i led.

Per valutare quanti apparecchi possono essere installati in deroga alla legge è sufficiente:

- 1- conoscere (facendosela dichiarare) l'emissione percentuale massima verso l'alto dell'apparecchio illuminante;
- 2- utilizzare una sorgente luminosa ad alta efficienza con un flusso luminoso totale inferiore o uguale a 1500 lumen;
- 3- calcolare quanto del flusso luminoso dell'apparecchio viene inviato verso l'alto;
- 4- dividere 2250 lumen per il flusso luminoso emesso da un singolo apparecchio verso l'alto; e il risultato, approssimato all'intero inferiore, indica il numero di corpi illuminanti che rientrano nella deroga riportata.

Esempio di verifica n. di apparecchi che rientrano nella deroga

Apparecchio con emissione verso l'alto: 30%

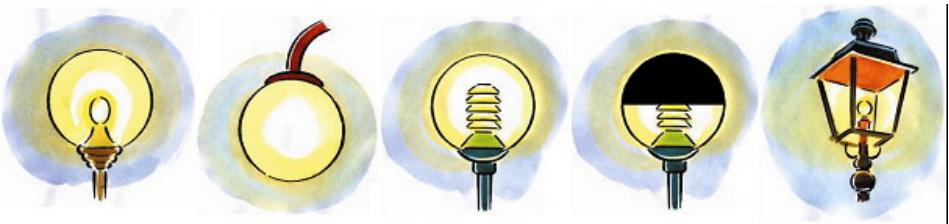
Sorgente luminosa: 23W - 1500 lumen

$$E_{tot} = 1500 * 0.3 = 450 \text{ lumen}$$

$$n. \text{ apparecchi in deroga} = 2250 / 450 \text{ lm} = 5 \text{ apparecchi}$$

Seguono alcuni ulteriori esempi:





Sorgente Luminosa	23W (1500lm)	23W (1500lm)	23W (1500lm)	23W (1500lm)	18W (1200lm)	9W (600lm)
Emissione % verso l'alto (dati fotometrici del produttore)	50%	30%	12%	3%	30%	30%
Emissione lm verso l'alto	750lm	450lm	180lm	45lm	360lm	180lm
MAX n. APPARECCHI (2250 lm)	3	5	12	50	6	12

In generale anche apparecchi normalmente non conformi alla L.R. 17/00 e s.m.i. se dotati di sorgenti con emissione inferiore a 1500 lumen possono essere a norma di legge.

In particolare l'utilizzo di apparecchi a led, avendo ogni singolo led una emissione inferiore a 1500 lumen, rientra quasi sempre in questa deroga.

La L.R. 17/00 e s.m.i. di fatto vieta l'utilizzo di apparecchi ad incasso. La motivazione è piuttosto evidente:

- sono apparecchi altamente inquinanti;
- producono fenomeni di abbagliamento e controproducenti alla visione;
- non hanno alcuna funzione di favorire il meccanismo della visione (anzi spesso lo alterano);
- sono soggetti a fenomeni di rapida usura, rischi di penetrazione di acqua ed umidità se non perfettamente isolati;
- scaldano e possono essere fonti di rischio per chi vi si appoggiasse.

L'utilizzo dei segnapasso è ammessa dalla L.R. 17/00 e s.m.i. solo ed unicamente per:

- l'illuminazione di monumenti dal basso (se del tipo asimmetrico) e solo per manufatti di comprovato valore storico, artistico ed architettonico;
- l'utilizzo di segnapasso a led in quanto rientranti nella deroga descritta.

A titolo di esempio, apparecchi ad incasso a terra da 9 led bianchi hanno un emissione verso l'alto di 21.5 lumen che equivale a poter installare sino a 104 incassi in deroga alla legge e al progetto.

Non specificando la L.R. 17/00 e s.m.i. nulla in tal senso, sono permessi impianti misti, in parte conformi alla L.R. 17/00 e s.m.i., e in parte rientranti nella deroga descritta, purché si intenda come impianto elettrico tutto ciò che è collegato dal contatore sino all'ultimo apparecchio collegato alla linea elettrica.



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.R. 17/00 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 sostanzialmente e direttamente o indirettamente VIETATO dalla L.R. 17/00.

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.R. 17/00 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 policarbonato 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.R. 17/00 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 (otosintesi, 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 2010 le tecnologie a led, nonostante siano proliferati i rivenditori ed i proselitismi su tale tecnologia, **non permettono ancora di realizzare impianti 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 sostituiscono più lampade;
- si rispettano leggi e norme.

Uno studio su oltre 100 prodotti (la quasi totalità dell'attuale produzione presente sul mercato), ha evidenziato che solo 2 o 3 modelli potrebbero avvicinarsi al rispetto delle norme di settore (capitolo 2.4)



senza però alcun risparmio energetico (anzi con risultati di molto inferiori a impianti tradizionali) e soprattutto questo è possibile solo nel caso di utilizzo di sorgenti luminose da 6000 °K che implicano una illuminazione assolutamente non confortevole, spesso abbagliante, pericolosa per l'ambiente e la salute dell'uomo (si vedano i riferimenti di fondo pagina) e senza certezza in termini di durata di funzionamento nel tempo.

Gli impianti a led saranno probabilmente entro il 2015 un'alternativa valida agli impianti tradizionali e con temperature di colore accettabili (minori di 3500K) quando appunto saranno vantaggiosi su tutti e 3 i seguenti punti sempre a parità di condizioni e di rispetto delle norme (spesso vengono proposti dai sostenitori dei LED escamotage o deroghe NON ammesse da leggi e norme dell'illuminazione e soprattutto assolutamente pericolosi):

- Risparmio di prima installazione (oggi non possibile)
- Risparmio energetico (oggi non possibile)
- Risparmio manutentivo sull'intera vita dell'impianto pari a 25 anni (oggi quasi mai raggiungibile)

LINEE GUIDA MINIME PER IMPIANTI FUNZIONALI A LED

1. Rispetto dei cinque criteri della legge regionale n. 17/00 e s.m.i. (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 MINIME PER IMPIANTI DI EDIFICI E MONUMENTI, ARREDO, RESIDENZIALI, GIARDINI, SEGALAZIONI, ECC. CHE IMPIEGANO LED

1. Rispetto dei cinque criteri della legge regionale n. 17/00 e s.m.i. (capitoli 2.3, 2.4, 2.5, 2.6, 2.7) e delle deroghe di legge ove applicabili (capitoli 2.9 e 2.10)

Si è dunque portati a ritenere che almeno per i prossimi 4-5 anni non saranno disponibili prodotti a led economici per applicazioni funzionali, in grado di garantire i livelli di qualità della luce previste dalle LINEE GUIDA sopra riportate, dalle indicazioni di legge e normative, per valori adeguati in termini di affidabilità del prodotto e con risparmi energetici e manutentivi certificabili.

UTILIZZO LED

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

SI CONSIGLIA l'impiego intensivo di prodotti a led in alternativa a prodotti per l'illuminazione tradizionali, nell'ambito dei contenuti della L.R. 17/00 e s.m.i. e delle norme esistenti in: applicazioni decorative residenziali, segnalazione stradale e semaforica, illuminazione di monumenti e edifici di valore storico e architettonico.

Si invita, a completamento della trattazione, a leggere gli articoli:

FACCIAMO CHIAREZZA SUI LED – Parte 1

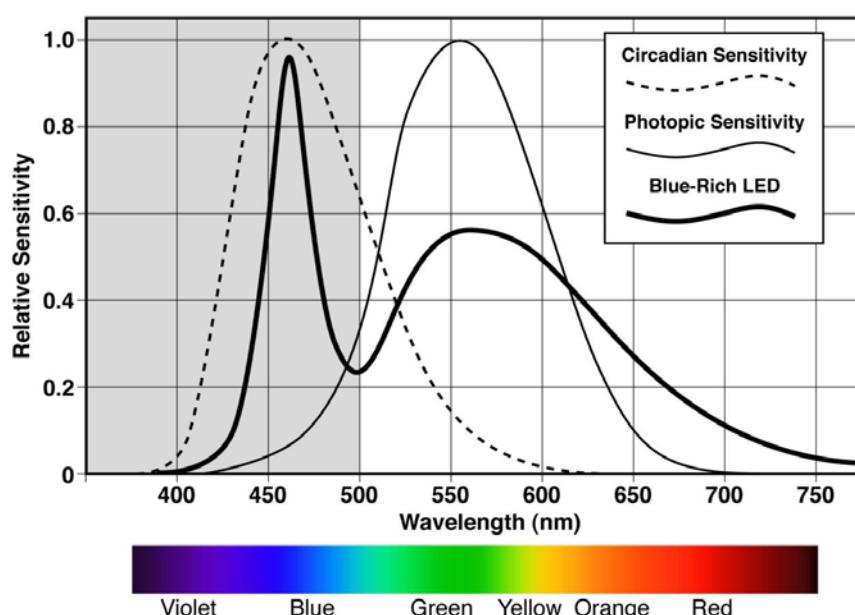
http://cielobuio.org/index.php?option=com_content&view=article&id=1247

COME REALIZZARE IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE CON APPARECCHI A LED (E NON SOLO QUELLI) IN CONFORMITÀ ALLE NORME ED ALLE LEGGI REGIONALI – Parte 2



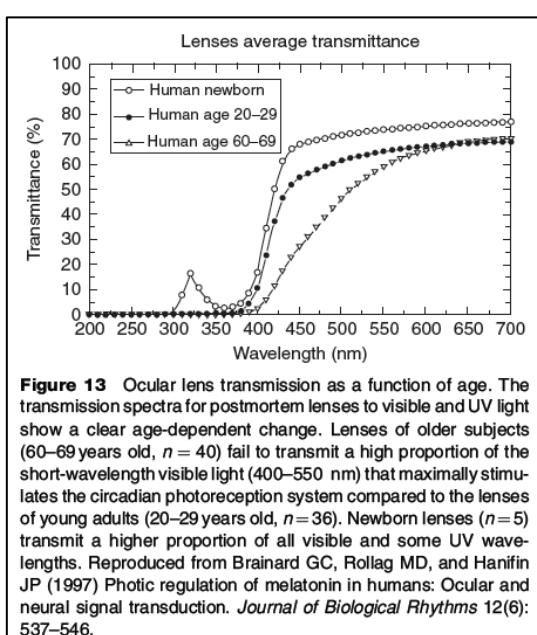
Si riportano solo 3 indicazioni fondamentali tratte dalla bibliografia internazionale per porre l'attenzione E SCONSIGLIARE FORTEMENTE SIA PER L'AMBIENTE CHE PER LA SICUREZZA CHE PER LA SALUTE UMANA l'utilizzo dei led con temperatura di colore maggiore di 3500 K.

1. Grafico di influenza della luce blu 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).

2. Grafico di influenza della luce blu sull'ambiente



Guardiamo il grafico pubblicato su:

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 riserve

Il grafico mostra che il cristallino delle persone fra 60 e 69 anni, trasmette la metà della luce a 450 nm rispetto ai 20-29 anni 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

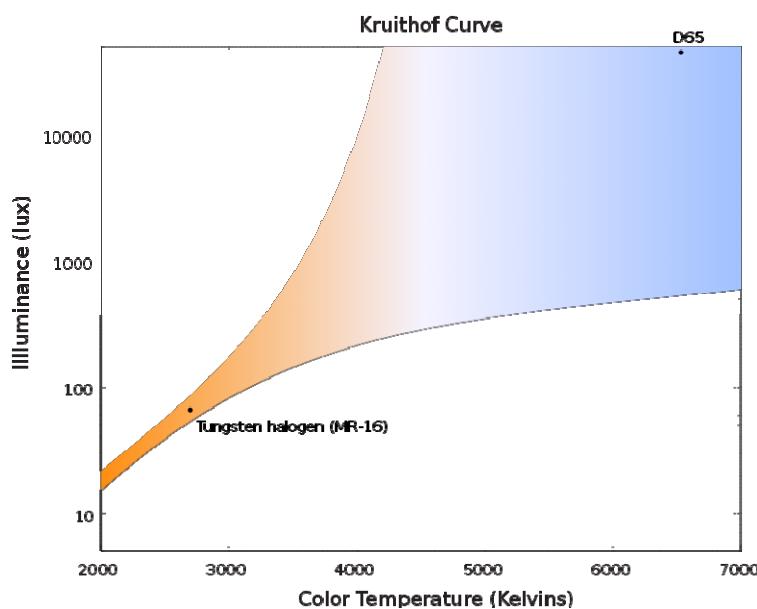


aumenta la disparità di visibilità che hanno i guidatori di diverse età. Questo non avviene per la luce arancio-gialla delle lampade al sodio a alta pressione che viene trasmessa praticamente allo stesso modo anche a queste età.

Questo brutalmente 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.

3. Curva di Kruithof



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.

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 waterstofmoleculспектrum 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.



3 – LEGGI E NORME DI RIFERIMENTO

a. Leggi

- **Legge della Regione Lombardia n. 17 del 27/03/2000**

"Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso".

- **Delibera della Giunta Regionale n. 2611 del 11/12/2000**

"Aggiornamento dell'elenco degli Osservatori Astronomici in Lombardia e determinazione delle relative fasce di rispetto".

- **Delibera della Giunta Regionale n. 7/6162 del 20/09/2001**

"Criteri di applicazione della L.R. n. 17 del 27/03/01".

- **Legge Regionale 21 Dicembre 2004 n. 38**

"Modifiche e integrazioni alla L.R. 27 marzo 2000, n. 17 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso di illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso" e ulteriori disposizioni".

- **Legge Regionale 20 Dicembre 2005 n. 19**

"Disposizioni legislative per l'attuazione per l'attuazione del documento di programmazione economico finanziaria regionale, ai sensi dell'art. 9 ter della legge regionale 31 marzo 1978, n. 34 – Collegato 2006".

- **Legge Regionale del 27 febbraio 2007 n. 5**

"Interventi normativi per l'attuazione della programmazione regionale e di modifica e integrazione di disposizioni legislative".

- **D.d.g. della Regione Lombardia del 3 Agosto 2007 n. 8950**

" Legge regionale 27 marzo 2000, n. 17: Linee guida per la realizzazione dei piani comunali dell'illuminazione".

- **Decreto legislativo 285/1992:** "Nuovo Codice della Strada".

- **DPR 495/1992:** "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada".

- **Decreto legislativo 360/1993:** "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada".

- **DM 5/11/2001** In attuazione dell'art. 13 del D. L.vo 30 aprile 1992, n. 285 "Nuovo Codice della Strada" e successive modificazioni, il Ministro dei Lavori Pubblici emana le "Norme funzionali e geometriche per la costruzione, il controllo e il collaudo delle strade, dei relativi impianti e servizi".

- **DPR 503/96:** "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche".

- **Legge 10/1991:** "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia".



- **Legge n. 9 del gennaio 1991** "Norme per l'attuazione del nuovo Piano energetico nazionale: aspetti istituzionali, centrali idroelettriche ed elettrodotti, idrocarburi e geotermia, autoproduzione e disposizioni fiscali".
- **D.M. 12/04/95 Suppl. ordinario n. 77 alla G.U. n. 146 del 24/06/95** "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico".
- **Allegato II Direttiva 83/189/CEE legge del 21 Giugno 1986 n.317** sulla realizzazione di impianti a regola d'arte e analogo DPR 447/91 (regolamento della Legge 46/90).
- **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.
- **Legge 1° giugno 2002, n. 120** "Ratifica ed esecuzione del Protocollo di Kyoto alla Convenzione quadro delle Nazioni Unite sui cambiamenti climatici, fatto a Kyoto l' 11 dicembre 1997".
- **CODICE CIVILE Art. 844 Immissioni.**
- **Decreto legislativo 12 aprile 2006, n. 163 recante:** "Codice dei contratti pubblici relativi a lavori, servizi e forniture in attuazione delle direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE", coordinato con il Decreto legislativo 26 gennaio 2007, n. 6, con il Decreto-Legge n.173/2006 convertito nella legge n. 228/2006 e con la legge n. 296/2006.
- **Decreto legislativo per la revisione del nuovo codice della strada come previsto dall'articolo 1, comma 1, della legge 22 marzo 2001, n. 85.**
- **Art.2 e 3 del nuovo codice della strada** recante le disposizioni per le "Definizione e classificazione delle strade" e le " Definizioni stradali e di traffico".
- **Art.23 del Nuovo Codice della Strada** recante le disposizioni D.Lgs. 30 aprile 1992, n. 285, aggiornato al 31.12.1997, con le modifiche apportate dalle leggi 7.12.1999 n. 472 e 30.12.1999 n.507, recanti disposizioni in materia di "Pubblicità sulle strade e sui veicoli".
- **Artt. 23 e 211 Codice della strada** – Intervento di rimozione di strutture pubblicitarie abusive – competenza del Prefetto" chiarimento del MINISTERO DELL'INTERNO DIREZIONE GENERALE PER L'AMMINISTRAZIONE GENERALE E PER GLI AFFARI DEL PERSONALE Ufficio Studi per l'Amministrazione Generale e per gli Affari Legislativi.
- **D.M. 05/11/2001** " NORME FUNZIONALI E GEOMETRICHE PER LA COSTRUZIONE DELLE STRADE" .



b. Norme

- **prEN 12464-2** "Light and lighting - Lighting of work places - Part 2: Outdoor work places".
- **Norma prEN 13201/1:** "Road lighting — Part 1: Selection of lighting classes" e **Norma UNI 11248** "Illuminazione stradale – Selezione delle categorie illuminotecniche".
- **Norma EN 13201/2:** "Road lighting - Part 2: Performance requirements".
- **Norma EN 13201/3:** "Road lighting - Part 3: Calculation of performance".
- **Norma EN 13201/4:** "Road lighting - Part 4: Methods of measuring lighting performance".
- **Norma EN 13201/5:** "Road lighting — Part 1: Selection of lighting classes".
- **Norma UNI 11248:** "Requisiti illuminotecnici per l'illuminazione esterna".
- **Norma UNI 10819:** "Impianti di illuminazione esterna. Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso". (solo per le definizioni, poiché superata dalla Legge Regionale 17/2000 per quanto riguarda i contenuti tecnici).
- **Norma UNI EN 40:** "Pali per illuminazione pubblica".
- **Norma CEI EN 60598 :** "Apparecchi di illuminazione".
- **Norma CEI 34-33:** "Apparecchi di illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale".
- **Norme CEI 34** relative a lampade, apparecchiature di alimentazione ed apparecchi di illuminazione in generale.
- **Norma CEI 11-4:** "Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne".
- **Norma CEI 11-17:** "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo".
- **Norma CEI 64-7:** "Impianti elettrici di illuminazione pubblica".
- **Norma CEI 64-8:** "Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V".

c. Raccomandazioni e Guide

- *Guida per l'esecuzione degli impianti di illuminazione pubblica*, ENEL Federelettrica, Roma 1990.
- *Raccomandazioni per l'illuminazione pubblica*, AIDI, Milano 1993.
- *"Recommendations for the Lighting of Roads for Motor and Pedestrian Traffic"*, Technical Report CIE 115/1995.
- *Guida per il Piano Regolatore Comunale dell'Illuminazione Pubblica*, AIDI, Milano 1998.
- *"Guide to the Lighting of Urban Areas"*, Technical Report CIE 136/2000.
- CIE 30-2 "Calculation and measurement of luminance and illuminance in road lighting".
- CIE Pubblicazione n. 92: "Guide to the lighting of urban areas" (1992).



- CIE Pubblicazione n. 115: "Reccomendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic" (1995).
- "Manuale di Illuminotecnica", Francesco Bianchi, NIS Febbraio 95.
- "Impianti a norme CEI – volume 6: Illuminazione Esterna", TNE Maggio 97.
- "Piani Comunali di illuminazione Urbana", Ing. Germano Bonanni, Rivista Luce n. 6/94.
- "Il piano comunale per l'illuminazione pubblica. Scelta e strategie per la pianificazione degli impianti", Arch. Giovanni Burzio, Rivista Luce n. 5/95.
- "Illuminazione pubblica e sicurezza", Fernando Prono, Rivista Luce, Aprile 98.
- "Inquinamento luminoso e protezione del cielo notturno" dell'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti - Dott. Pierantonio Cinzano, dell'Università di Padova.
- "Inquinamento luminoso un problema per tutti ", CieloBuio – Coordinamento per la protezione del cielo notturno UAI & IDA, Marzo 2000.
- "Visual Regolamento della L.R. 17/00", CieloBuio – Coordinamento per la protezione del cielo notturno UAI & IDA, 2002.
- Save the Sky – Optimize your light. Programma di simulazione e ottimizzazione illuminotecnica, 2002, DB.
- "Light Pollution and the Protection of Night Environment" atti del convegno di Venezia patrocinato dall'UNESCO, ISTIL-IDA-CIELOBUIO 3 Maggio 2002.
- "Measuring and Modelling Light pollution", Memorie SAIt P.Cinzano, 71/2000.
- "Rapporto ISTIL 2001 – stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia", ISTIL 2001.
- "LPIW – Light Pollution International Workshop". Atti del convengo internazionale di Frascati, CieloBuio – UAI – IDA, Maggio 2003.

ALLEGATO 2

ALLEGATO 2a- INTEGRAZIONE DEL REGOLAMENTO EDILIZIO

ALLEGATO 2b- DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA L.R. 17/00 - DICHIARAZIONE DI PROGETTO A REGOLA D'ARTE

ALLEGATO 2c- DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DELL'INSTALLAZIONE alla L.R. 17/00 e s.m.i.

ALLEGATO 2d- DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PRODOTTO alla L.R. 17/00 e s.m.i.



INTEGRAZIONE DEL REGOLAMENTO EDILIZIO

Articolo XXX

Illuminazione per esterni e insegne luminose

L'illuminazione esterna pubblica e privata di edifici, giardini, strade, piazze, ecc. è soggetta alle disposizioni della L.R. 17/00 e delle successive D.G.R. n. 7/6162 del 20/09/2001, L.R. 38/04, L.R. 19/05 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.R. 17/00 e succ. integrazioni (Allegato 2b).

A fine lavori gli installatori rilasciano la dichiarazione di conformità dell'impianto d'illuminazione al progetto illuminotecnica ed ai criteri della L.R. 17/00 (Allegato 2c). È 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 professionalmente e intellettualmente da Società produttrici di corpi illuminanti, o distributori/venditori di energia;
- avere un curriculum specifico, con la partecipazione a corsi e master mirati alla formazione sulla progettazione ai sensi della L.R. 17/00 e succ. integrazioni, o aver realizzato almeno altri 3 progetti illuminotecnici analoghi.

Qualora l'impianto d'illuminazione fosse di "modesta entità", come specificato al capitolo 9), lettere a), b), c), d) ed e) del D.G.R. n. 7/6162 del 20/09/2001, non è richiesta l'autorizzazione sindacale ed il progetto illuminotecnico. In tal caso è sufficiente che al termine dei lavori d'installazione la società installatrice rilasci, agli uffici comunali competenti, la dichiarazione di conformità dell'impianto d'illuminazione ai criteri della L.R. 17/00 e succ. integrazioni, con l'identificazione dei riferimenti alla specifica deroga al progetto illuminotecnico.

Nello specifico, nel caso l'impianto rientri nella tipologia identificata al capitolo 9), lettere b), del D.G.R. n. 7/6162 del 20/09/2001, e all'art. 7, comma 1 della L.R. 38/04, 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.R. 17/00 - DICHIARAZIONE DI PROGETTO A REGOLA D'ARTE

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 della Regione Lombardia n. 17 del 27/03/00 "MISURE URGENTI IN TEMA DI RISPARMIO ENERGETICO AD USO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA E DI LOTTA ALL'INQUINAMENTO LUMINOSO", artt. 6 e 9, 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.R. 17/00 e succ. integrazioni
- rispettato le indicazioni tecniche della L.R. 17/00 e succ. integrazioni medesima, e realizzato una relazione illuminotecnica a completamento del progetto, che dimostri la completa applicazione della L.R. 17/00 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"
- correddato il progetto illuminotecnico della documentazione di seguito elencata:
 - Relazione che dimostra il rispetto delle disposizioni di legge della L.R. 17/00 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.R. 17/00) 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 DELL'INSTALLAZIONE alla L.R. 17/00 e s.m.i.

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 della Regione Lombardia n. 17 del 27/03/00 "Misure urgenti in tema di risparmio energetico ad uso illuminazione esterna e di lotta all'inquinamento luminoso", del Regolamento attuativo d.g.r. n. VII/6162 del 20/09/2001 ed alla successiva L.R. 38/04, tenuto conto delle condizioni di esercizio, avendo in particolare:

seguito la normativa tecnica applicabile all'impiego
 installato i componenti elettrici in conformità alla Legge 46/90 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 di "modesta entità", cap. 9, lettere a), b), c), d) ed e) della
d.g.r. n. VII/6162 del 20/09/2001:*

seguito le indicazioni dei fornitori per l'installazione in conformità alla l.r. 17/00 e s.m.i.;
 installato i corpi illuminanti in conformità alla L.R. 17/00 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 (obbligatoria se impianto è in deroga secondo quanto specificato al capitolo 9, lettere b, della d.g.r. n. VII/6162 del 20/09/2001 o all'art. 7, comma 1, della L.R. 38/04)

.....

.....

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

rispettato il progetto esecutivo realizzato in conformità alla L.R. 17/00 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.R. 17/00 e s.m.i.

[CARTA INTESTATA PRODUTTORE – IMPORTATORE – LABORATORIO DI MISURA]

Dichiarazione di Conformità Alla Legge della Regione Lombardia n. 17/00 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.R. 17/00 e s.m.i.

ed in particolare, come evidenziano i dati fotometrici rilasciati da questo laboratorio, in formato tabellare numerico cartaceo e sotto forma di file eulumdat 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

.....

