

2013



Comune di Brusaporto
Provincia di Bergamo

PIANO DELL'ILLUMINAZIONE



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

Luglio 2013



il giusto equilibrio tra il giorno e la notte

ing. Diego Bonata

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

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

<http://astrolightstudio.eu>

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

PARTE 2 CONTROLLO E VERIFICA

ORIENTAMENTO

UFFICI TECNICI

Verifica e controllo dei progetti illuminotecnici

OBIETTIVI

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

INDICE

QUADRO DI SINTESI	- 4 -
1 - LINEE GUIDA PER IL CONTROLLO E LA VERIFICA DEI PROGETTI	- 5 -
a. Progettista illuminotecnico	- 5 -
b. Progetto illuminotecnico: contenuti e caratteristiche	- 6 -
c. Progetto illuminotecnico: verifica e controllo	- 9 -
d. Conformità installazione	- 11 -
FLOW CHART N. 04: PEDONALE, PARCHI, CICLABILI, RESIDENZIALE	- 15 -
FLOW CHART N. 05: IMPIANTI SPORTIVI	- 16 -
FLOW CHART N. 06: MONUMENTI ED EDIFICI	- 17 -
2 – LINEE GUIDA PER L'ESECUZIONE DEGLI IMPIANTI D'ILLUMINAZIONE	- 18 -
2.1- INTRODUZIONE ALL'APPLICAZIONE DELLA L.R. 17/00	- 18 -
2.2- DEFINIZIONI E AMBITI APPLICATIVI	- 19 -
2.3- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO DIRETTO	- 20 -
a. Intensità luminosa massima	- 20 -
b. Conformità degli apparecchi	- 21 -
2.4- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRETTO	- 21 -
a. Applicazioni stradali	- 22 -
b. Altre applicazioni	- 23 -
2.5- SORGENTI LUMINOSE EFFICIENTI	- 24 -
a. Tipologie	- 24 -

2.6- OTTIMIZZAZIONE DEGLI IMPIANTI	- 26 -
a. Ambito stradale	- 26 -
b. Easy Light - Save the Sky e verifica della conformità alla L.R. 17/00 e s.m.i.	- 28 -
c. Ambiti di applicazione non stradale	- 30 -
2.7 - SISTEMI PER LA RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO	- 31 -
a. Sistemi per la riduzione del flusso luminoso: tipologie e differenze	- 31 -
b. Quando utilizzare tali sistemi	- 31 -
c. Consigli per la scelta del prodotto	- 31 -
2.8 – APPARECCHI ILLUMINANTI CRITICI O INEFFICIENTI O A LED	- 33 -
a- Apparecchi a luce indiretta	- 33 -
b- Apparecchi inefficienti a vetro curvo	- 34 -
c- Incassi a terra	- 36 -
d- Apparecchi a LED da impiegarsi nell’illuminazione funzionale	- 38 -
2.8- CRITERI TECNICI INTEGRATIVI PER IMPIANTI SPECIFICI	- 49 -
a. Grandi Aree	- 49 -
b. Impianti sportivi	- 49 -
c. Monumenti ed edifici	- 51 -
d. Insegne prive di illuminazione propria	- 52 -
g. Effetto della nebbia nella visione notturna con luce artificiale	- 54 -
2.9 - CRITERI TECNICI IMPIANTI IN DEROGA AL PROGETTO	- 56 -
a. Sorgenti internalizzate	- 56 -
b. Sorgenti di uso temporaneo	- 56 -
c. Insegne e Vetrine illuminate dall’esterno	- 57 -
d. Insegne ad illuminazione propria	- 58 -
e. Sorgenti con flusso luminoso inferiore a 1500 lm	- 58 -
ALLEGATI	- 61 -
DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PROGETTO ILLUMINOTECNICO ALLA L.R. 17/00 -	
DICHIARAZIONE DI PROGETTO A REGOLA D’ARTE (allegato 2b)	- 63 -
DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DELL’INSTALLAZIONE alla L.R. 17/00 (allegato 2c)	- 64 -
DICHIARAZIONE DI CONFORMITÀ DEL PRODOTTO alla L.R. 17/00 (allegato 2d)	- 65 -
MODULO: Verifica e controllo conformità progetto alla L.r.17/00 (allegato 2e)	- 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 caratteristiche indicate nel Capitolo 1. VERIFICA E CONTROLLO – L'Ufficio Tecnico Comunale per la verifica ed il controllo del progetto illuminotecnico deve operare, al fine di gestire l'intero processo di realizzazione dell'impianto, come indicato al capitolo 1, avvalendosi del "Modulo esemplificato di verifica di conformità di un progetto illuminotecnico" (allegato 2e) e 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 Sono allegati a questa PARTE 2 del PRIC i seguenti moduli: a- Integrazione del regolamento edilizio; b- Conformità progettazione; c- Conformità installazione; d- Conformità dei corpi illuminanti; e- Modulo di verifica di conformità di un progetto illuminotecnico
2. Linee guida per l'applicazione L.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 2.8 sono trattate quattro tipologie di apparecchi/installazioni vietate , fortemente sconsigliate o da usare limitatamente: <ul style="list-style-type: none">- apparecchi a luce indiretta;- apparecchi a vetro curvo inefficienti;- incassi a terra;- apparecchi a led. <p style="text-align: center;"><i>Si invita ad attuare quanto prescritto nel capitolo 2.8</i></p>

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 riassetto dell’esistente. Infatti, come è prescritto per legge, l’Ufficio Tecnico Comunale è addetto alla verifica della conformità di legge dall’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 colleghi 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 svolto attività di questo 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 professionalmente e intellettualmente da Società produttrici di corpi illuminanti o distributori/venditori di 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:
<ul style="list-style-type: none">- 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 <i>curricula</i> 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 fornitrici [...] 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 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, fornitrici") 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.

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

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

I. Professionista illuminotecnico abilitato: si veda la precedente lettera a,

II. Verifica conformità corpi illuminanti. Come prescritto alla precedente lettera b, il progettista fornisce i dati fotometrici dei corpi illuminanti utilizzati nel progetto. tali dati devono essere:

- tabellari: nei quali è sufficiente verificare che i valori inseriti in tabella per gamma maggiore o uguale a 90° non siano superiori a 0,49 cd/klm,
- file “eulumdat” (estensione .ldt): aprire tale file con un software illuminotecnico, come Easy Light (allegato al piano su CDROM) e scaricabile dal sito www.cielobuio.org, premendo “Carica LDT” e successivamente i premendo i tasti “Dati fotometrici” per visualizzare la tabella in formato digitale e verificare che i valori dell’intensità luminosa per GAMMA maggiore o uguale a 90° siano inferiori a 0.49 cd/klm.

III. Verifica conformità alle norme tecniche. Per fare tale verifica è sufficiente conoscere la classificazione della strada o dell’ambito da illuminare come definito nella PARTE 3 – Classificazione di

questo PRIC. Il progettista deve dichiarare sempre l'effettiva classificazione dell'ambito da illuminare e, mediante le tabelle 2.2 e 2.4 inserite al par. 2.4 di seguito 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/m2	Uo min (Uniformità generale)	Ul min (Uniformità longitudinale)	Ti massimo (%)	
ME1	2 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME2	1,5 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	10	0,5
ME3a	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,7 (70%)	15	0,5
ME3b	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME3c	1,0 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME4a	0,75+tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,6 (60%)	15	0,5
ME4b	0,75 +tolleranza 15%	0,4 (40%)	0,5 (50%)	15	0,5
ME5	0,5 +tolleranza 15%	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	0,5
ME6	0,3 +tolleranza 15%	0,35 (35%)	0,4 (40%)	15	Nessuna richiesta

Tabella 2.1: Parametri illuminotecnici di progetto in ambito stradale.

*SR: criterio applicato solo quando non vi sono aree di traffico con requisiti propri, adiacenti la carreggiata.

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

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

Tabella 2.2: Parametri illuminotecnici di progetto in altri ambiti.

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."

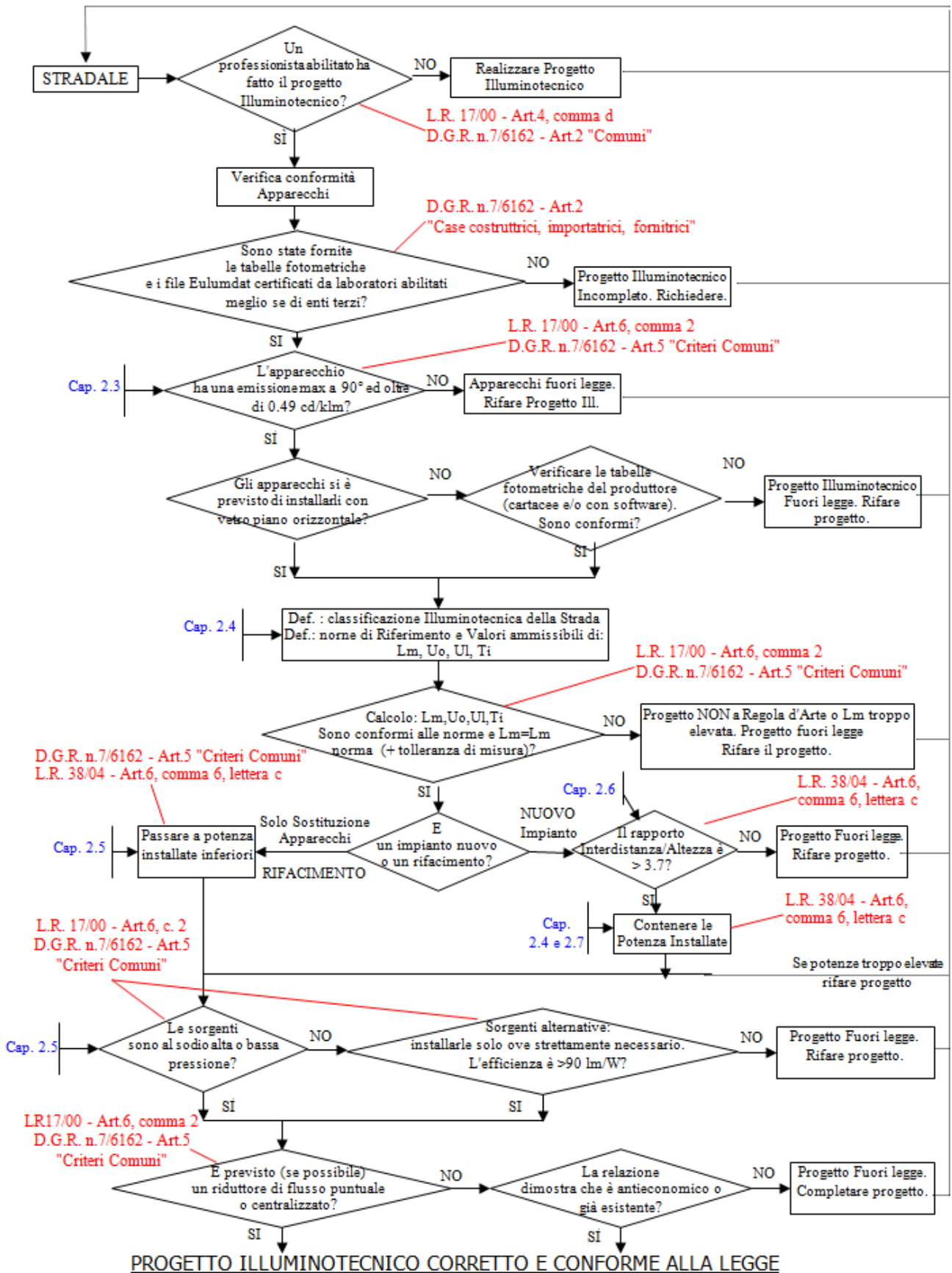
Commenti sull'Installatore - Gli installatori **devono** realizzare l'installazione in conformità al progetto illuminotecnico, e nello specifico la cosa più delicata è:

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

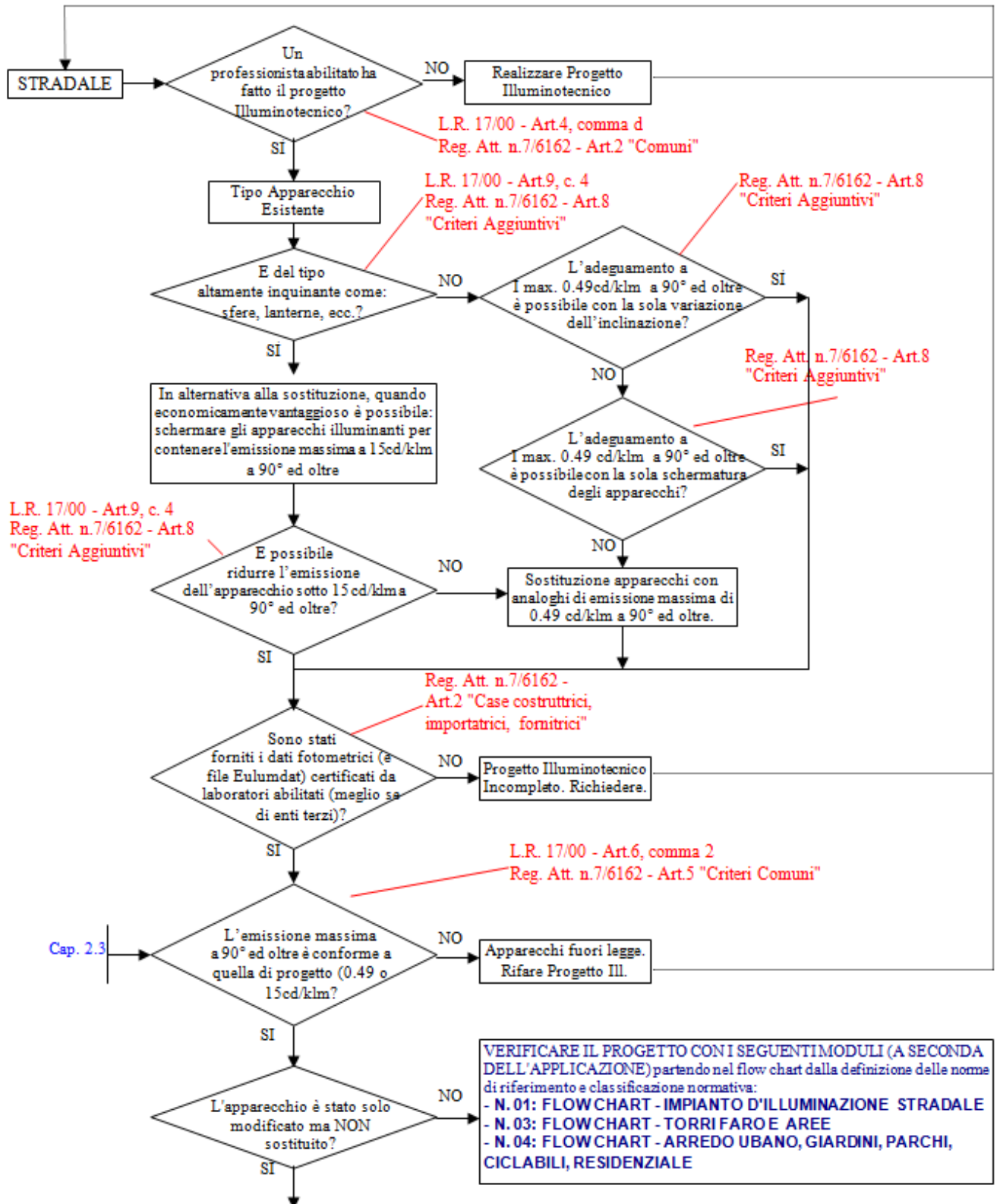
È loro compito inoltre attestare la conformità dell'installazione ai criteri della L.R. 17/00 e s.m.i., al progetto illuminotecnico e, ove ve ne sia la necessità, agli ambiti applicativi della legge 46/90 (come sancito dalla D.D.G. della Regione Lombardia n. 8950 del 3 Agosto 2007).

Nell'allegato 2 – PARTE 2 del PRIC è inserito il modello di dichiarazione di conformità alla legge 17/00 dell' installatore.

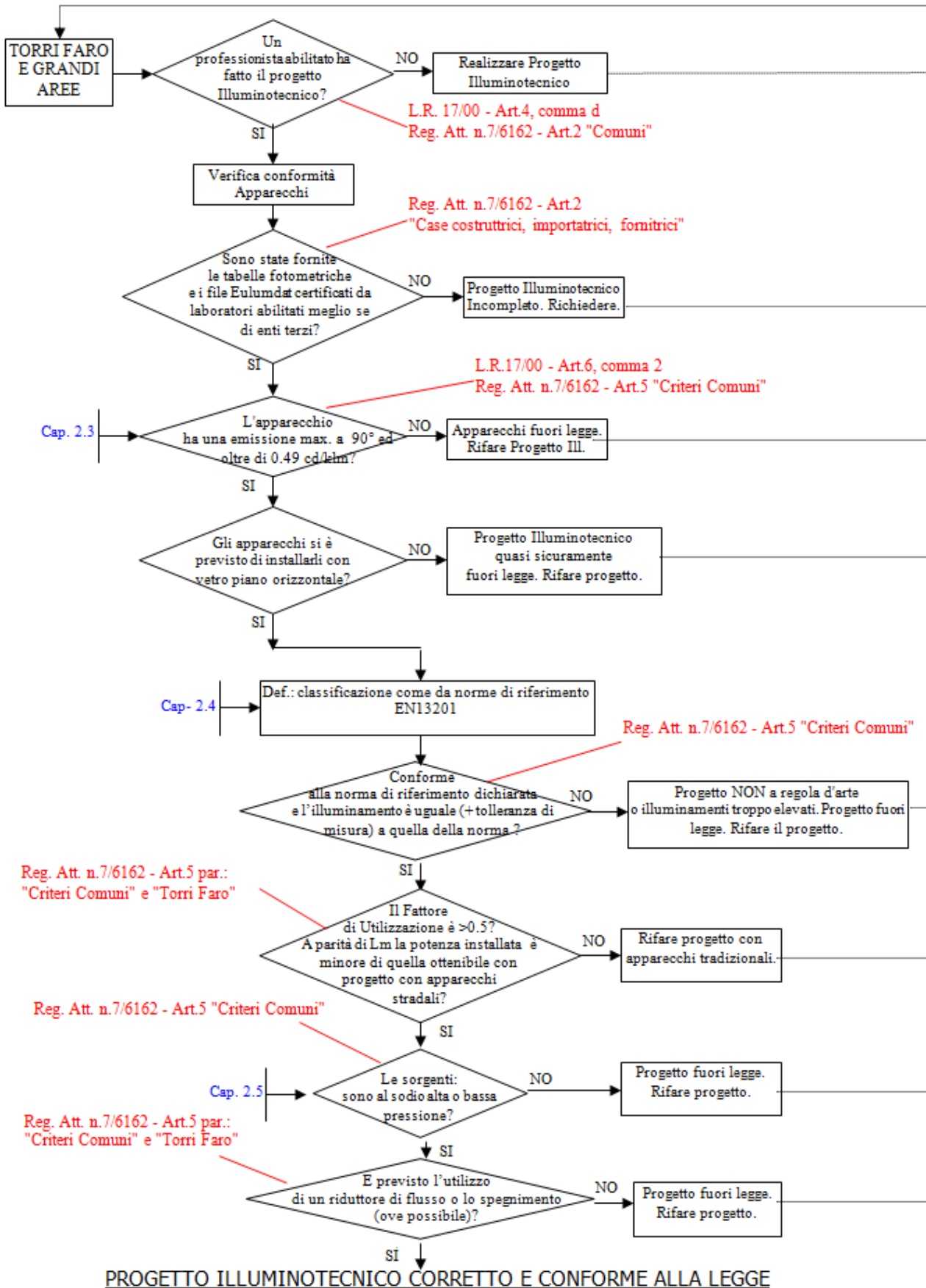
FLOW CHART N. 01: IMPIANTO D'ILLUMINAZIONE STRADALE



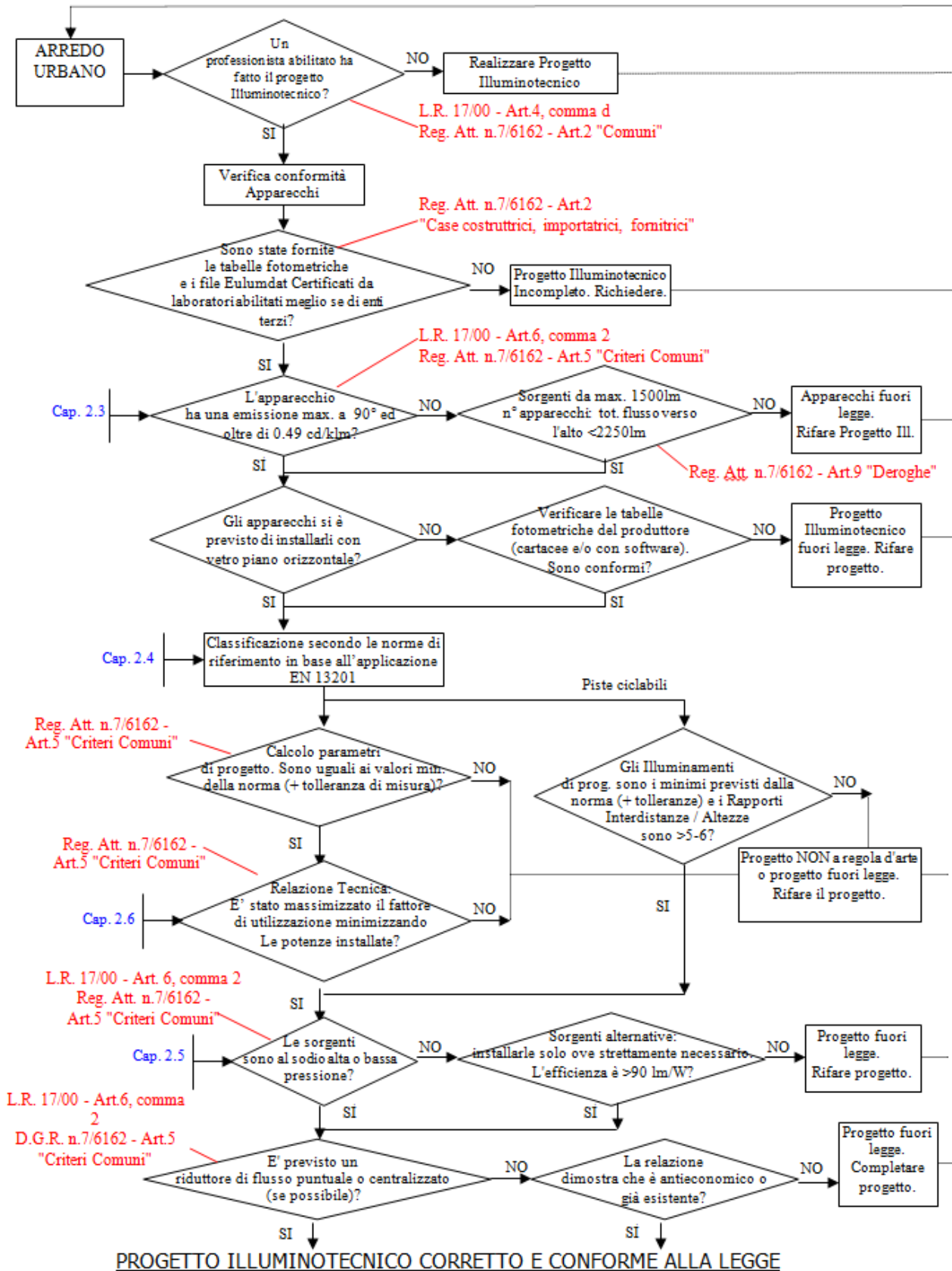
FLOW CHART N. 02: ADEGUAMENTO IMPIANTO IN FASCIA DI PROTEZIONE



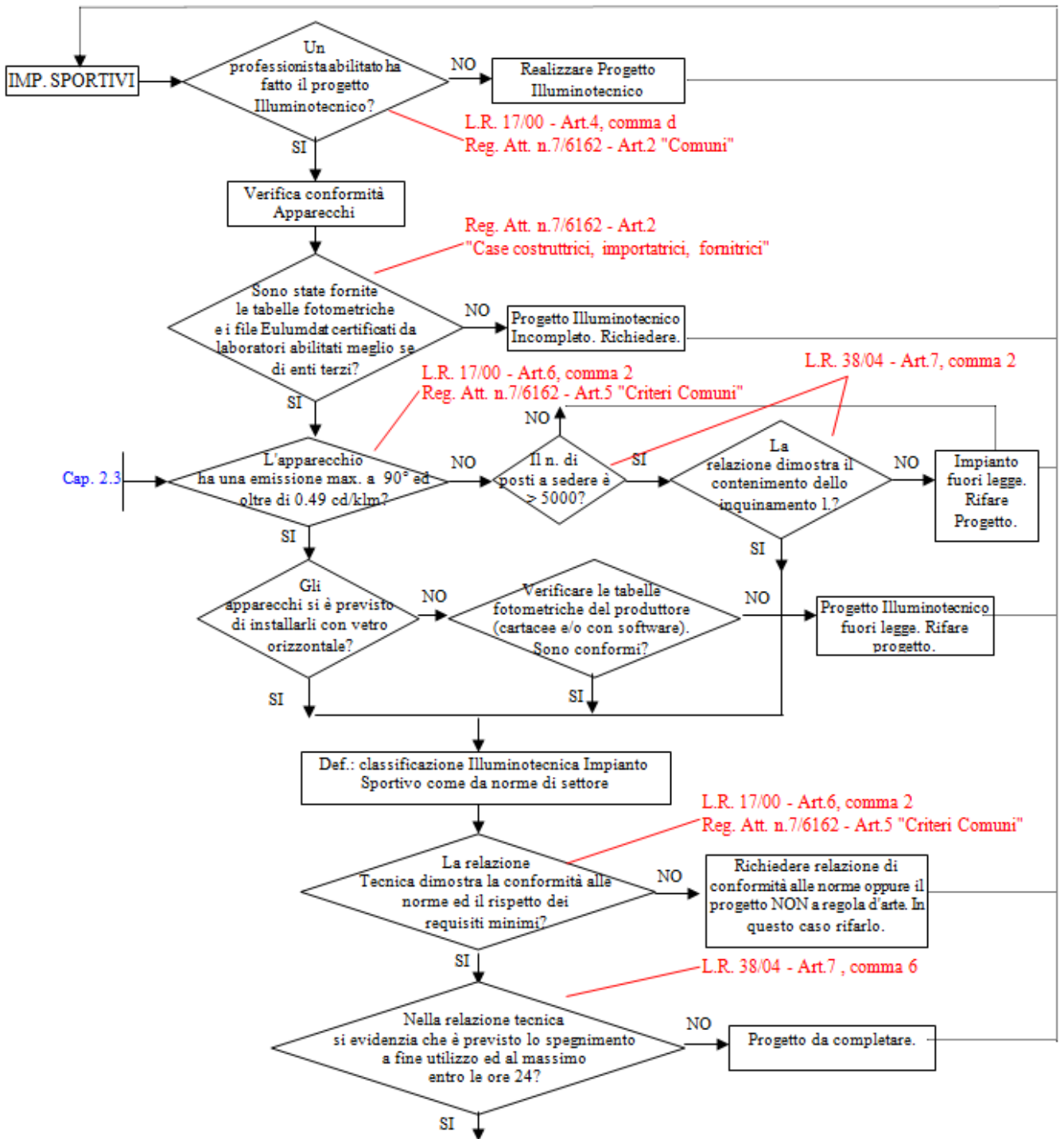
FLOW CHART N. 03: TORRI FARO E GRANDI AREE



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

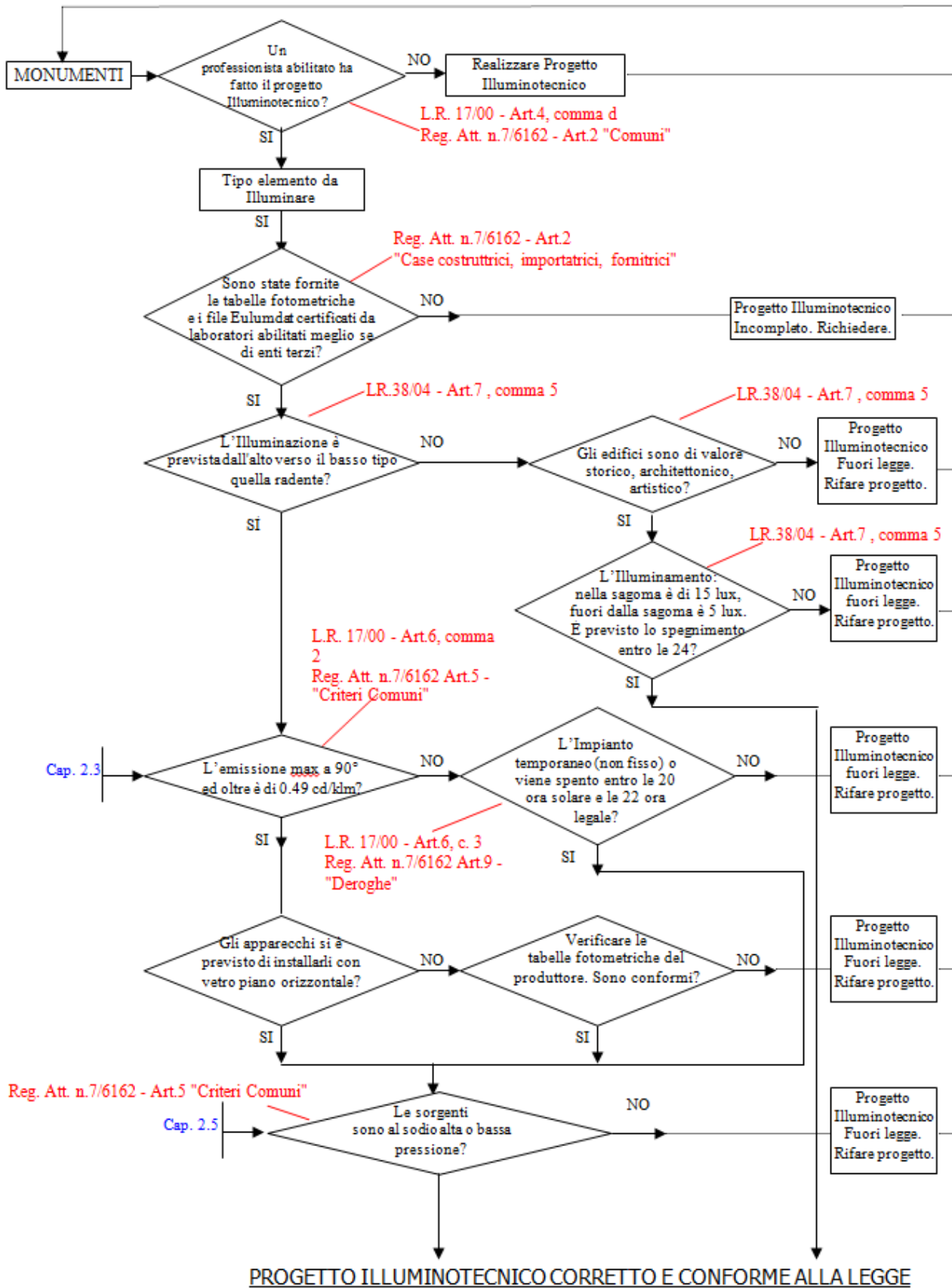


FLOW CHART N. 05: IMPIANTI SPORTIVI



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 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**.



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, fornitrici”:

“[...] 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 al progettista e al comune di verificare la conformità del prodotto prescelto alla L.R. 17/00 e s.m.i..

2.4- CONTROLLO DEL FLUSSO LUMINOSO INDIRETTO

Documentazione 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 interasse 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 concorrano 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 2.1 del precedente capitolo 1.1.c.

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 Semicilindric o	Esc. minimo Mantenuto [lux]
.Rotatorie .Intersezioni principali .dove non è applicabile la classe ME	CE	Illuminamento Orizzontale	Emedio minimo mantenuto [lux]	Uo Uniformità di Emedio (Emedio/Emin)	Illuminamento Verticale	Ev minimo mantenuto [lux]
.Altri ambiti	-	Luminanza	Lmedio minimo mantenuto [cd/m2]		-	-

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

Ai fini del rispetto della L.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.

I parametri minimi o massimi di progetto da verificare sono **Definiti nella tabella 2.2 del precedente capitolo 1.1.c.**

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

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/klm 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 sono sufficienti e adeguate per ottenere risultati illuminotecnici richiesti dalle norme e per legge, rende *de facto* fuori legge l'installazione di sorgenti ad 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.

Per quanto riguarda i LED che oggi trovano ampia diffusione spesso anche impropriamente vedremo nel capitolo 2.7 la loro applicabilità e l'opportunità di impiegarli.

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 interasse 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 concorrano 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 interasse 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.

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

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

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 perseguibile. 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 ausilio per le verifiche dell'illuminazione pubblica. *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.

Easy Light può essere usato anche per la verifica della conformità dei corpi illuminanti ai criteri suesposti, per visualizzare le tabelle fotometriche, e in particolare i valori per gamma maggiore o uguale a 90°.

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

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

Save the Sky è stato costruito nel pieno adempimento della 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.

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.

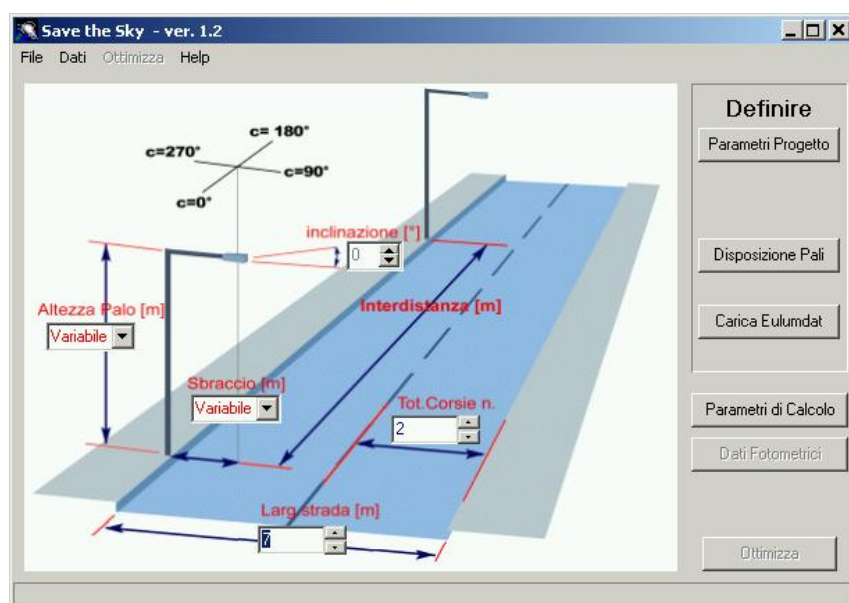


Figura 2.12 – Schermata principale di STS – *Easy Light*

c. Ambiti di applicazione non stradale

Per l'ottimizzazione si riportano i seguenti principi guida minimi:

- 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 ciclopedonali, qualora il passo installativo non sia vincolato dall'utilizzo di sostegni condivisi con l'illuminazione stradale, può essere considerato come minimo efficace un rapporto interdistanza/altezza minimo di progetto pari a 4,5.

2.7 - SISTEMI PER LA RIDUZIONE DEL FLUSSO LUMINOSO

Le linee guida regionali e la L.r.31/00 non forniscono indicazioni specifiche anche se approfondiscono nel dettaglio le tipologie esistenti. Viceversa le Linee guida della Provincia di Novara da indicazioni e prescrizioni analoghe a quelle della regione Lombardia e nello specifico:

Gli impianti devono essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventiquattro, l'emissione di luce degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento al pieno regime di operatività.

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.

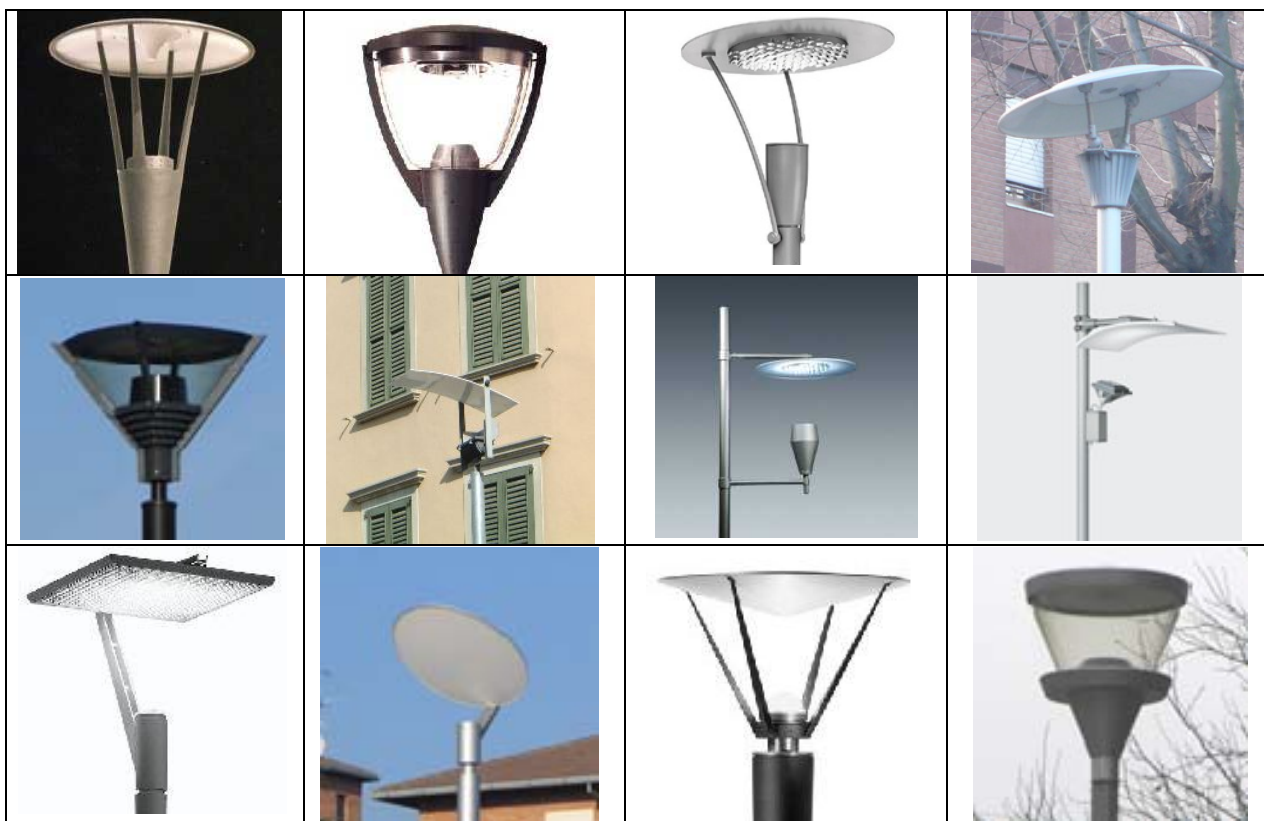
2.8 – APPARECCHI ILLUMINANTI CRITICI O INEFFICIENTI O A LED

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).

a- Apparecchi a luce indiretta

Si riportano senza esaustività alcuni esempi 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 di fatto direttamente o indirettamente VIETATO dalla L.R. 17/00.

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

b- Apparecchi inefficienti a vetro curvo

Si riportano senza esaustività alcuni esempi :



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**.





c- 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 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.

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

- non sono schermati verso l'alto,
- la flora è l'elemento dell'ecosistema più fotosensibile e soggetto ad alterazione dei suoi cicli biologici (fotosintesi, fototropismo, ecc.) e gli incassi favoriscono l'invecchiamento precoce della flora e l'attivazione di numerosi batteri e insetti che, a favoriscono l'insorgere di numerose malattie delle piante.

d- Apparecchi a LED da impiegarsi nell'illuminazione funzionale

Nel 2011 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 riduce la manutenzione;
- 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 vita.

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

- risparmio di prima installazione (oggi non possibile)
- risparmio energetico (oggi solo raramente possibile)
- risparmio manutentivo sull'intera vita dell'impianto pari a 25 anni (oggi non raggiungibile).

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

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

- Enormi problemi di isolamento da scarica atmosferiche (questo implica un numero di guasti elevatissimo)

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 le deroghe di legge ove applicabili (capitoli 2.9 e 2.10)

UTILIZZO LED E COSTI

I costi dell'illuminazione sono la somma di 3 costi sulla vita media di un impianto (25 anni):

1- DI REALIZZAZIONE

2- ENERGETICI PER LA VITA DELL'IMPIANTO

3- MANUTENTIVI PER LA VITA DELL'IMPIANTO

Anche da questo punto di vista quindi:

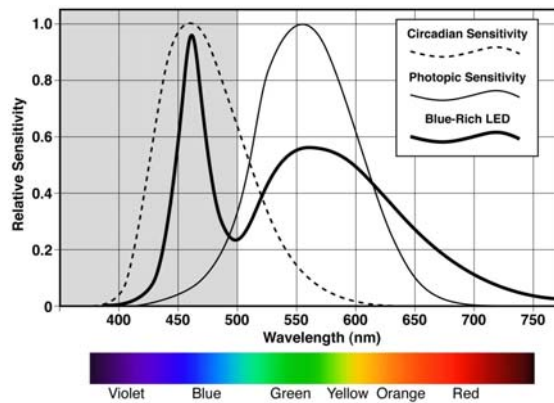
- I LED **sono già oggi la migliore soluzione complessiva** dove la temperatura di colore non è importante, ad esempio: *illuminazione votiva e semaforica, decorativa, architettonica, monumentale, gallerie, insegne, residenziale, varie applicazioni per interni*
- I LED **sono oggi una buona alternativa** all'illuminazione tradizionale funzionale se la loro temperatura di colore è inferiore a 3500K, ad esempio: *pedonali, ciclabili, parchi, strade di piccole dimensioni (massimo 4-5metri)*
- I LED **non sono ancora la migliore alternativa** all'illuminazione tradizionale funzionale soprattutto delle strade in quanto i costi di installazione, ed i costi manutentivi sono di gran lunga superiori sulla vita dell'impianto d'illuminazione.

In qualsiasi caso nel caso di utilizzo di impianti a LED funzionali impiegare esclusivamente sorgenti luminose eco-compatibili e eco-sostenibili in quanto hanno temperature di colore >3500K

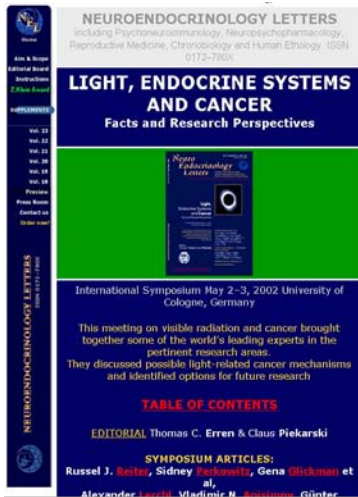
L.R.17/00 della Regione Lombardia: dal punto di vista legislativo la regione si è già mossa in tal senso con un progetto di legge a integrazione della L.r.17/00 (Delibera n. VIII/011209 del 10/02/2010): *“La regionale incentiva, in coerenza con le disposizioni della presente legge l'impiego e la diffusione di tecnologie a LED purchè con efficacia dei moduli superiore a 90 lumen/W, caratterizzate da sorgenti meno inquinante dello spettro elettromagnetico e, in ogni caso, con temperature di colore inferiori a 3500K in ambiti pedonali e inferiori a 3000K in ambiti stradali”.*

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

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

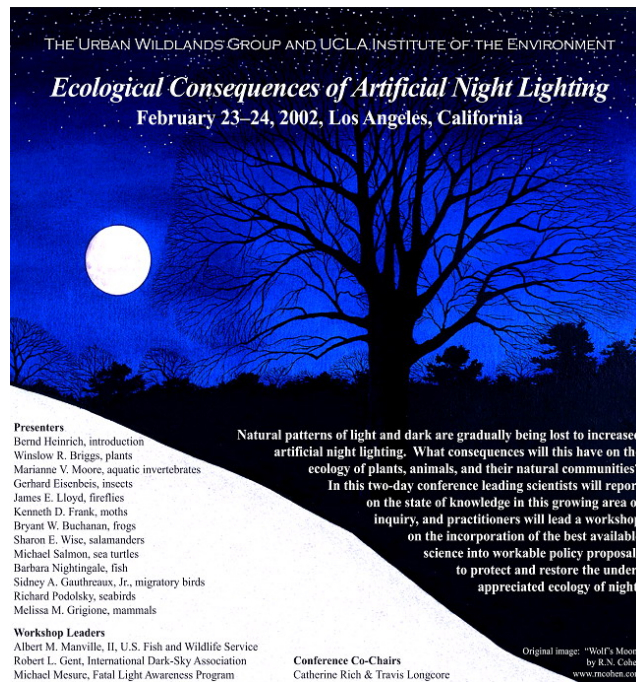


Nelle sorgenti a led la componente blu (si veda il picco in grassetto) tende ad aumentare avvicinandoci a 4000-5000-6000 K e oltre. Questa componente influenza fortemente i cicli circadiani degli esseri viventi, e non è l'emissione luminosa che più coincide con la visione del nostro occhio durante gli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



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

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



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

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



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

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

Per la luminanza ed il rischio di abbagliamento, si è visto che singole sorgenti LED possono superare anche di 1000 volte la soglia di comfort visivo sia a causa dell'errato design dei corpi illuminanti che per l'eccessiva direzionalità degli stessi. E' quindi necessario realizzare lampade LED dal design (dal punto di vista della performance ottica) migliore e con caratteristiche ottiche in grado di rendere più diffusa la luce prodotta. Inoltre sono stati eseguiti studi basandosi sullo Standard Europeo per la Sicurezza Fotobiologica (NF EN 62471) che considera tutti i rischi (termici e fotochimici) che possono riguardare l'occhio esposto ad una radiazione luminosa. Secondo questo standard, esistono 4 classi di rischio (nullo, basso, moderato ed elevato). E' stata evidenziata la presenza sul mercato di dispositivi a LED con un fattore di rischio superiore ad alcuni dispositivi tradizionali ancora in commercio. Per questi l'ANSES raccomanda che vengano tolti dal mercato e che rimangano a disposizione soltanto per uso professionale o medico. A causa della scarsità delle informazioni e della confusione riguardante i sistemi LED presenti sul mercato, l'ANSES suggerisce la realizzazione di sistemi di controllo della qualità ed etichettatura che assicurino la qualità e la sicurezza del prodotto per l'utente finale. In particolare, secondo l'ANSES, risulta necessario realizzare un'etichetta chiara che riporti tutte le caratteristiche tecniche, la classe di rischio fotobiologico ed ogni altro potenziale rischio per la salute, riguardo ai LED e ad ogni altra fonte di illuminazione.

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

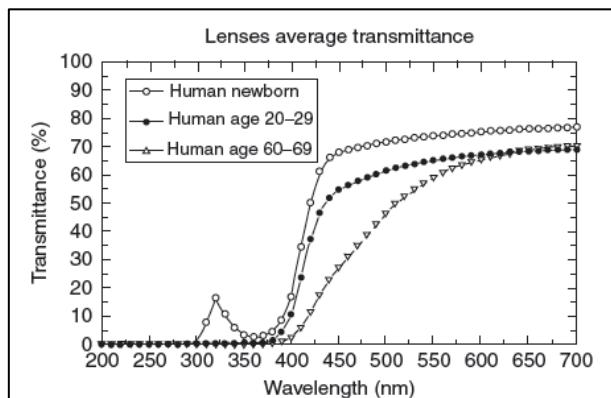


Figure 13 Ocular lens transmission as a function of age. The transmission spectra for postmortem lenses to visible and UV light show a clear age-dependent change. Lenses of older subjects (60–69 years old, $n = 40$) fail to transmit a high proportion of the short-wavelength visible light (400–550 nm) that maximally stimulates the circadian photoreception system compared to the lenses of young adults (20–29 years old, $n = 36$). Newborn lenses ($n = 5$) transmit a higher proportion of all visible and some UV wavelengths. Reproduced from Brainard GC, Rollag MD, and Hanifin JP (1997) Photic regulation of melatonin in humans: Ocular and neural signal transduction. *Journal of Biological Rhythms* 12(6): 537–546.

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

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

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

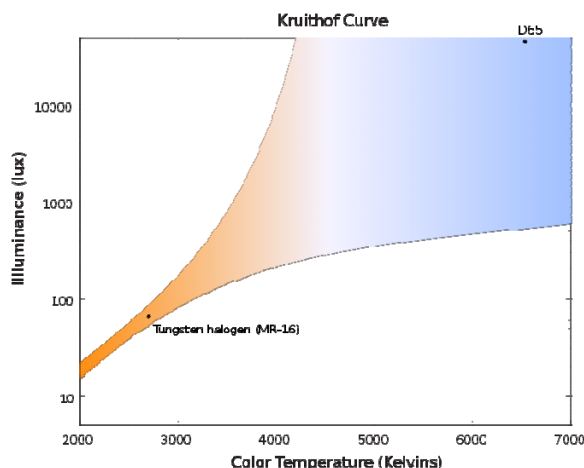
Significa che la luce blu (si veda il grafico precedente) viene diffusa maggiormente all'interno dell'occhio umano senza essere sfruttata nella visione. L'utilizzo quindi di lampade ad alto contenuto di blu o ad elevato rapporto Scotopico/Fotopico aumenta la disparità di visibilità che hanno i guidatori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

Ciò significa che per la popolazione che supera i 60-69 anni una luminanza misurata di 1cd/m² su una strada è percepita con lampade al sodio ad alta pressione pari a circa 1cd/m², mentre con lampade a luce blu (ioduri metallici a bruciatore ceramico ed ancora peggio LED da 4000-5000-6000 K e oltre) viene percepita in modo inferiore ed in particolar modo per quanto pesa

il contributo della luce blu e della minore sensibilità a questa sino a $0.5\text{cd}/\text{m}^2$ o $0.3\text{cd}/\text{m}^2$. La differenza è quella che sussiste fra l'illuminazione di una statale e l'illuminazione di una strada urbana qualsiasi.

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

3. Curva di Kruithof e confortevolezza della luce



Questa curva mostra come a basse luminanze (al massimo ricordiamo che sulle strade abbiamo $20\text{-}30\text{lx}$ 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 $3000\text{-}3500^\circ\text{K}$ hanno temperature di colore accettabili man mano che ci si allontana da questi valori $4000\text{-}5000\text{-}6000^\circ\text{K}$ ed oltre la luce artificiale diventa di bassissima qualità, vivibilità e piacevolezza. In particolare il led con temperature di colore elevata, hanno fortissime componenti blu e l'emissione appare fortemente tendente al blu con una sensazione di freddezza e spettrale.

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



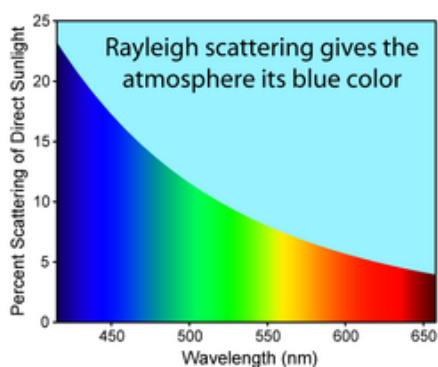
Illuminazione di Piacenza e di Alessandria a 5000-6000K

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

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

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

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



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

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

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

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

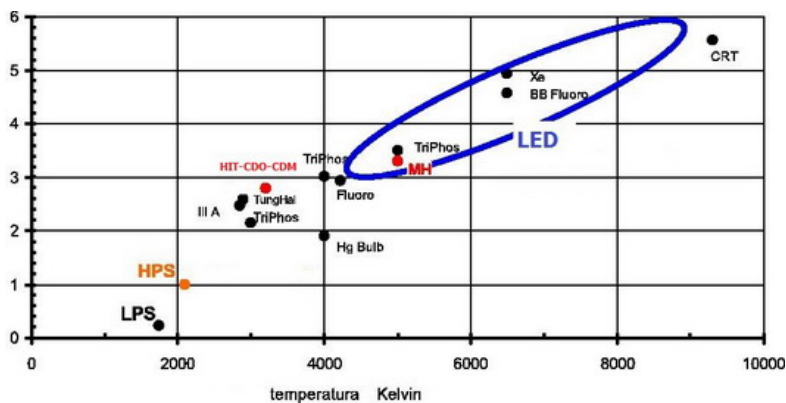
Il grafico nella pagina di wikipedia qui riportato rende bene l'idea e vale anche al contrario, cioè per la luce emessa dai lampioni verso l'alto!

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

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

RISULTATO: Come si vede dal grafico di B. Clark

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



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

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

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

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

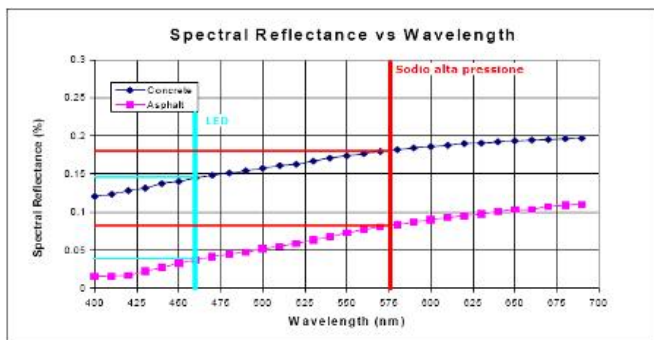


Figure 4. Spectral reflectance vs. wavelength for concrete and asphalt.

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

Anche in questo caso ci sono parecchie sorprese:

PCA R&D Serial No. 2458

Influence of Pavement Reflectance on Lighting for Parking Lots

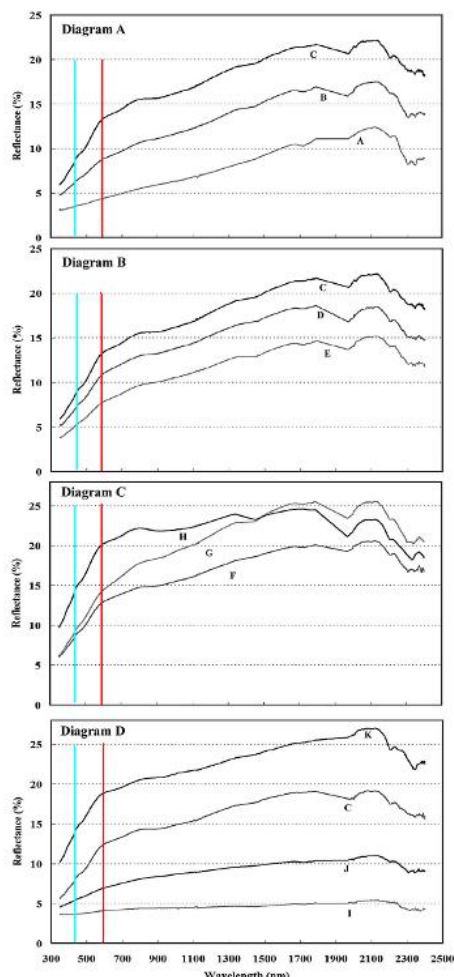
by W. Adrian and R. Jobanputra

©Portland Cement Association 2005

La differenza di riflettanza alle diverse lunghezze d'onda è piuttosto evidente dalla precedente Figura 4 tratta dalla pubblicazione in bibliografia: nella zona di massima emissione del sodio alta pressione (linea verticale rossa), la riflettanza sui cementi è del 18% circa e del 9% circa sull'asfalto, mentre al picco di

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

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



Parte :

emissione dei led (linea verticale azzurra) la riflettanza scende al 14% per cementi ed al 4% per asfalti, praticamente si riduce di circa oltre la metà per l'asfalto.

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

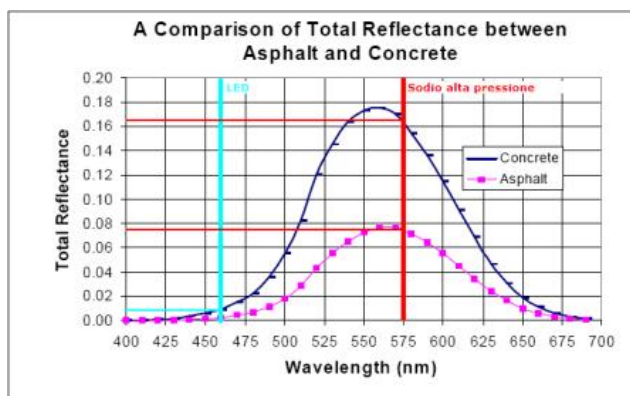


Figure 5. A comparison of total reflectance between asphalt and concrete.

La cosa viene confermata dalla Optical Society of America con l'articolo:
Spectral characteristics of asphalt road aging and deterioration: implications for remote-sensing applications

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

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

L'ASFALTO RIFLETTE l'8-9% a 590 nm (picco del sodio) e SOLO il 4% a 450 nm (picco dei LED), il 2% a 425 nm.

Con sorgenti a forte componente blu (LED), rispetto a sorgenti al sodio alta pressione si ha MENO luce riflessa, MENO luminanza (ma i software illuminotecnici non ne tengono conto) e quindi con i LED vedo MENO la strada.

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

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

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

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

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

Bibliografia:
PCA R&D Serial No. 2458
Influence of Pavement Reflectance on Lighting for Parking Lots
by W. Adrian and R. Jobanputra

©Portland Cement Association 2005

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

Martin Herold and Dar Roberts

© 2005 Optical Society of America

OCIS codes: 300.6340, 110.3080, 300.6190.

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

6. Bibliografia:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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



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

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

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

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

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

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

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

2.8- CRITERI TECNICI INTEGRATIVI PER IMPIANTI SPECIFICI

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

a. Grandi Aree

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

"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."

b. 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 disperdono 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 ventiquattro 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%).

c. 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 corredato di eventuali schermi antidispersione.

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 corredato di eventuali schermi antidispersione;
- 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**).

d. 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.

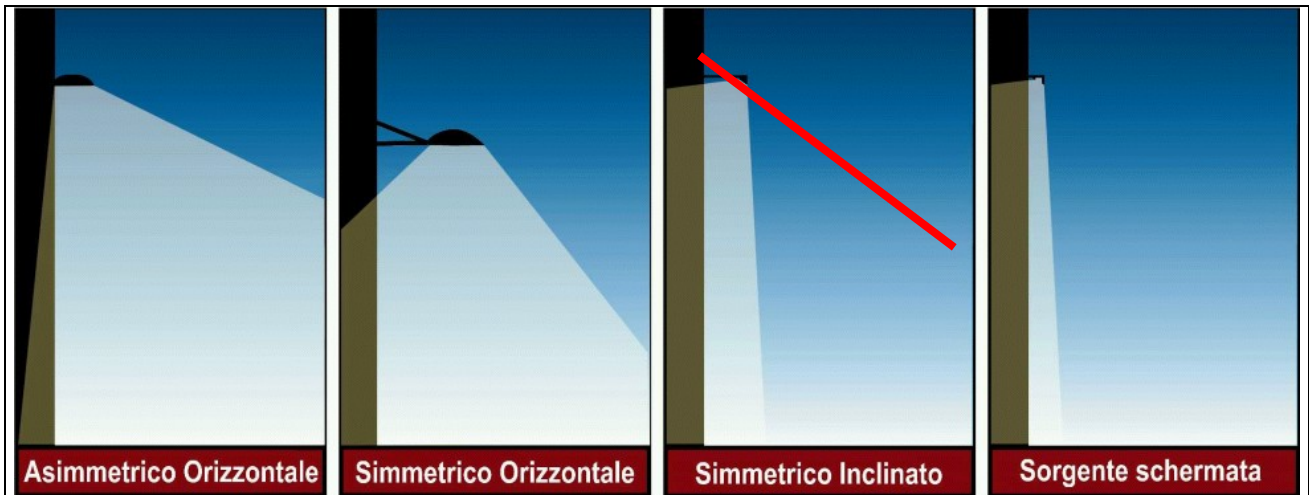


Figura 2.15– Installazioni ammesse. Nel caso “Simmetrico Inclinato”, l’inclinazione deve essere tale che il piano passante per il vetro del proiettore inclinato venga comunque intercettato dalla parete altrimenti l’apparecchi non risulta più conforme. (Cortesia CieloBuio)



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 rotonde, 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 (es. a LED) in alternativa ai normali impianti d'illuminazione tradizionali.

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

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 semitrasparenti, 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 alogeni, 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 fisse 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/klm 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 possono 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

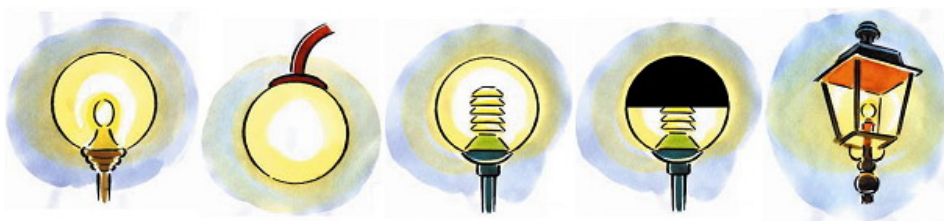
Apparecchio con emissione verso l'alto: 30%

Sorgente luminosa: 23W - 1500 lumen

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

n. apparecchi in deroga = $2250/450$ lm = 5 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.

ALLEGATI

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.**

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

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 al progetto 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 s.m.i., o aver realizzato almeno 3 progetti 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 termini dei lavori d'installazione la società installatrice rilasci, agli uffici comunali competenti, la dichiarazione di conformità dell'impianto d'illuminazione ai criteri della L.R. 17/00 e s.m.i., 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 (allegato 2b)**

Il sottoscritto con studio di progettazione
con sede in via n. CAP
Comune Prov. tel.
fax e-mail
Iscritto all'Ordine/Collegio: n. iscrizione
Progettista dell'impianto d'illuminazione (descrizione sommaria):
.....
.....
.....

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato progettato in conformità alla legge 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"
- corredato 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 (allegato 2c)

Il sottoscritto titolare o legale rappresentante della ditta
..... operante nel settore
con sede in via n. CAP
Comune Prov. tel.

fax P.IVA

- iscritta nel Registro delle ditte (R.D. 20/9/1934 n. 2011) della C.I.A.A. di
..... al n.
- iscritta all'Albo provinciale delle imprese artigiane (legge 8/8/1985, n. 443) di
..... al n.

esecutrice dell'impianto (descrizione schematica):

inteso come: nuovo impianto trasformazione ampliamento
 manutenzione straordinaria altro

realizzato presso: Comune:

DICHIARA

sotto la propria personale responsabilità che l'impianto è stato realizzato in conformità alla legge della Regione Lombardia n. 17 del 27/03/00, 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 al DM 37/08 (ove applicabile) ed altre leggi vigenti;
- installato componenti e materiali costruiti a regola d'arte e adatti al luogo di installazione;
- controllato l'impianto ai fini della sicurezza e della funzionalità con esito positivo avendo eseguito le verifiche richieste dal committente, dalle norme e dalle disposizioni di legge.

*Per impianti 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, d.g.r. n. VII/6162 del 20/09/2001 o 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 (allegato 2d)

[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 codesto 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

.....

MODULO: Verifica e controllo conformità progetto alla L.r.17/00 (allegato 2e)

In blu parti da compilarsi a cura del progettista – Verde Conforme – Rosso NON Conforme alla L.r.17/00

- Progettista che ha firmato il progetto:** Nome Cognome
 Ordine/Collegio Iscrizione n.
- Progettista non definito o che non ha asseverato il progetto**
- Documentazione di progetto presente**
- 1-Planimetria punti luce e dimensioni impianto
 - 2-Calcoli illuminotecnici sottoscritti dal progettista
 - 3-Relazione che descrive il progetto e dimostra l'applicazione e il rispetto della L.r.17/00 e s.m.i.
 - 4-È fornita tabella fotometrica firmata dal responsabile del laboratorio che l'ha emessa – Modello di dichiarazione di conformità corpi illuminanti accompagnatoria dei dati fotometrici (Allegato 2d)
 - 5-Dichiarazione conformità progetto (Allegato 2b)
- Documentazione di progetto incompleta o assente**

Conformità L.r.17/00 e s.m.i.:

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

A fine lavori l'installatore rilascia la dichiarazione di conformità alla L.r.17/00 (Allegato 2c)

SINTESI E CONCLUSIONI

Documentazione Richiesta minima						Requisiti minimi di legge di conformità degli Impianti					
Progettista iscritto a ordini/collegi	Planimetria di progetto	Relazione che dimostra il rispetto L.r.17/00	Calcoli illuminotecnici	Dati fotometrici corpi illuminanti	Dichiarazione di Conformità progetto	Corpo illuminanti (<0.49cd/klm a 90° ed oltre)	Luminanza e illuminamenti minimi delle norme	Sorgenti efficienti	Ottimizzazione	Riduttori di flusso	IMPIANTO CONFORME Solo se ogni sezione è conforme
Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No	Si / No



ALLEGATO 3 – Parametri illuminotecnici di progetto

Verifica dei Parametri illuminotecnici di progetto in ambito stradale.

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

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

Verifica dei Parametri illuminotecnici di progetto: Classi S-CE

Illuminamento orizzontale			
Classe CE	E. Medio (minimo mantenuto) lx Tolleranza max +15%	U ₀ Emedio minimo	Abbagliamento Ti massimo %
CE0	50	0,4 (40%)	10
CE1	30	0,4 (40%)	10
CE2	20	0,4 (40%)	10
CE3	15	0,4 (40%)	15
CE4	10	0,4 (40%)	15
CE5	7,5	0,4 (40%)	15
Classe S	E. Medio (minimo mantenuto) lx Tolleranza max +15%	E. minimo lx	Abbagliamento Ti massimo %
S1	15	5	15
S2	10	3	15
S3	7,5	1,5	15
S4	5	1	20
S5	3	0,6	20
S6	2	0,6	20
S7	Non determinato		

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

Categorie illuminotecniche comparabili tra zone contigue e tra zone adiacenti:

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

Es. una ciclabile a lato di strada ME5->la ciclabile è di classe S3 (Colonna Me5).

(I gruppi di categorie illuminotecniche comparabile sono riportate nella stessa colonna).

Livelli di prestazione visiva e di PROGETTO									
Indice Ill. UNI10439		6	5	4	3	2	1		
Classe EN 13201		ME1	ME2	ME3	ME4	ME5	ME6		
Luminanze [cd/m2]		2	1.5	1	0,75	0,5	0,3		
E. orizzontali	CE0-50lx	CE1-30lx	CE2-20lx	CE3-15lx	CE4-10lx	CE5-7.5lx			
E. orizzontali				S1-15lx	S2-10lx	S3-7.5lx	S4-5lx	S5-3lx	S6-2lx
E. semicilindrici	ES1-10lx	ES2-7.5lx	ES3-5lx	ES4-3lx	ES5-2lx	ES6-1.5lx	ES7-1lx	ES8-0.75lx	ES9-0.5lx
E. verticali		EV3-10lx	EV4-5lx	EV5-0.5lx					

Tabella3: Tavola di correlazioni illuminotecnica per zone progettuali contigue.