



**Mario Di Sora**

UAI

*vicepresidente@uai.it*

Dopo aver ripercorso, anche se brevemente, la storia della lotta all'inquinamento luminoso in Italia e nel mondo è ora di addentrarsi nella parte più tecnica di questa problematica che, il più delle volte, vede gli astrofili totalmente impreparati anche sulle più elementari nozioni di illuminotecnica.

## Parametri tecnici per la limitazione dell'inquinamento luminoso

### Come orientarsi nelle leggi e nel mercato

Ovviamente ci limiteremo allo studio delle legislazioni e delle norme tecniche vigenti in Italia con particolare riguardo ad alcune leggi regionali.

Non finirò mai di raccomandare a tutti gli amici che intendono lottare per la limitazione dell'inquinamento luminoso, e in difesa delle leggi fino ad oggi approvate, che è loro preciso dovere studiare non solo il testo di questi provvedimenti ma anche gli elementi basilari dell'illuminotecnica e i vari prodotti che si trovano oggi sul mercato dell'illuminazione esterna.

Certamente non si richiede agli astrofili di diventare progettisti di impianti ma non è seriamente pensabile che si possa sostenere un confronto con un professionista del settore (ingegnere, architetto o altro) per contestarne l'operato, senza saperne in materia almeno quanto lui.

Forse questo è il grande limite che ci impedisce di agire fino in fondo di fronte ai soprusi che quotidianamente vengono perpetrati ai danni del cielo notturno e alle nostre attività osservative.

Vediamo allora di rimuovere questo ostacolo che, assicuro, è più psicologico che reale. Chi è in grado di comprendere il principio cosmologico o effettua la riduzione dei dati dopo una sessione di ricerca ben può cimentarsi con i concetti di luminanza, tabella delle intensità e quant'altro.

Preliminarmente va detto che gli impianti devono essere divisi per tipologie e per la destinazione che li riguarda.

Non è possibile considerare tutti gli impianti allo stesso livello imponendo le medesime prescrizioni in tema di emissioni verso l'alto. Per essere chiari mentre sarà molto facile ottenere un'emissione diretta oltre 90° pari a 0 per impianti di tipo stradale o di arredo urbano ciò risulterà quasi impossibile per l'illuminazione di una statua o altro tipo di monumento.

Lo stesso discorso vale anche per le insegne pubblicitarie che, quando sono illuminate dall'inter-

no, emettono luce direttamente verso l'alto.

Per il momento ci interesseremo solo degli impianti che sono preposti all'illuminazione delle superfici orizzontali come strade, piazze e grandi aree, tralasciando quelli di tipo pubblicitario e monumentali (spesso con superfici emittenti o riflettenti a sviluppo verticale).

L'elemento centrale di ogni impianto è il corpo illuminante. Per verificare la sua rispondenza alle prescrizioni vi sono due parametri. Il primo, che è anche il più diffuso e affidabile, è quello di verificare, attraverso la tabella delle intensità, l'emissione (espressa in cd/klm) ad angoli di 90° e oltre. Il secondo, meno preciso e più "addomesticabile", è quello che indica la percentuale di flusso luminoso disperso verso l'emisfero superiore (espresso normalmente in diagrammi polari).

Non a caso infatti questo secondo sistema è stato introdotto dalla Norma UNI 10819 cui fanno riferimento, purtroppo, sia la L.R. 17/98 della Valle d'Aosta che la L.R. 31/00 del Piemonte (le peggiori attualmente in vigore).

Tutte le altre leggi dalla L.R. 17/00 della Lombardia alla L.R. 23/2000 del Lazio fino alla recente ed ottima L.R. 17/09 del Veneto esigono che il dato venga fornito e/o certificato dal produttore o dal progettista appunto in cd/klm a 90°.

Nelle figure è possibile comparare la tabella delle intensità (detta anche tabella i) e il diagramma polare dello stesso corpo illuminante (uno stradale a vetro prismatico).

Mentre la prima ci dice chiaramente che l'emissione a 90° è di ben 14 cd/klm a 90° e raggiunge lo 0 cd/klm solo a 135° il secondo sembra indicare, ad una prima lettura, che il flusso disperso verso l'alto sia nullo. Ma ciò non è vero come si può verificare solo attraverso la consultazione della tabella i che possiamo considerare la vera "carta d'identità" di un lampione.

Impariamo quindi ad esigere sempre, in caso di contestazione, la produzione documentale di questo utile documento.

Normalmente un corpo illuminante non emette luce verso l'alto se presenta valori di 0 cd/klm a 90°; in pratica solo lampioni con vetro piano, ovvero senza vetro di protezione, sono in grado di assicurare tale requisito. Non di meno ci sono alcune ottiche ornamentali (altro termine per indicare un lampione) dotate di un ampio bordo, come nel caso delle lampare, che soddisfano tale richiesta purché montino vetri moderatamente curvi.

È da notare che le leggi, in genere, parlano di impianti (nelle loro condizioni di effettivo esercizio) per un motivo logico. L'impianto è l'insieme del corpo illuminante e del relativo sostegno. Si potrebbe infatti verificare, caso per la verità non raro, che un lampione perfettamente "a norma" venga montato in modo erroneo. In tale situazione la certificazione del corpo illuminante non basta a garantire che l'impianto sia anch'esso regolare. Un'ottica full cut-off a vetro piano, inclinata a 20° o a 30°, vanifica del tutto le sue prestazioni in tema di emissione luminosa; pertanto un impianto di questo tipo viola le prescrizioni imposte dalla maggior parte delle leggi vigenti e necessita del relativo adeguamento.

Per verificare quali tipi di lampioni, se correttamente montati, possano essere installati nelle varie regioni, sarà opportuno consultare il testo dei singoli provvedimenti per accertarsi: 1) che non ci siano eventuali deroghe; 2) che quella specifica tipologia di impianto rientri nei parametri di legge.

A questo punto non appare inutile chiarire che il termine cut-off, spesso utilizzato per indicare un prodotto come antinquinamento luminoso, non sempre in realtà lo sia.

Questo perché vi è una differenza tra il sistema cut-off a vetro piano, che in realtà viene definito full cut-off (con emissione di 0 cd/klm a 90° e oltre), ed il cut-off classificato in base ad una definizione della C.I.E (Commissione Internazionale dell'Illuminazione) che ha emissione di 10 cd/klm a 90° quindi non ammesso in molte leggi regionali per tutti o per alcuni tipi di impianti.

Un altro caso di solo apparente conformità alle prescrizioni della gran parte delle leggi vigenti è rappresentato da tutti quei corpi illuminanti che, pur avendo un'emissione di 0 cd/klm a 90°, in realtà vedono un incremento, anche notevole, di tale valore oltre quest'angolo e fino a 180°.

È il tipico caso dei lampioni a riflessione, genericamente definiti "vele", ovvero ancora di quelli a vetro piano ma con apertura superiore più o meno ampia. I primi inoltre sono campioni si scarso ren-

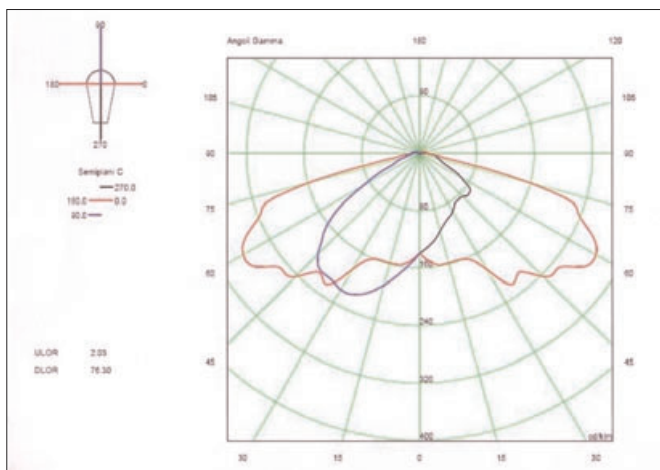


Diagramma polare di lampione a vetro prismato.

dimento in quanto la luce arriva sulla strada solo dopo aver subito una riflessione che "assorbe" circa il 30% del flusso luminoso emesso dalla lampada.

Per questo motivo una buona legge deve sempre imporre il limite non solo a 90° ma anche oltre tale angolo. In caso contrario, come pure è previsto, a mio avviso erroneamente, in alcune leggi molto blasonate si rischia di avere impianti veramente inquinanti. Ne è un tipico esempio la prescrizione dell'art. 8 lett. f) del Reg. Att. della L.R. 17/00 della Lombardia che autorizza l'adeguamento di impianti altamente inquinanti, peraltro nelle zone tutelate, con altri che abbiano un'emissione di 15 cd/klm a 90° e oltre (cioè teoricamente fino a 180° e quindi allo zenit).

Nel prossimo appuntamento affronteremo il problema di altre tipologie di impianti e i concetti di luminanza e illuminamento.

Tabella delle intensità dello stesso lampione.

	C 345.00	C 350.00	C 355.00	C 360.00	C 365.00	C 370.00	C 375.00	C 380.00	C 385.00	C 390.00
G 0.0	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00	136.00
G 0.5	182.00	184.00	187.00	188.00	189.00	190.00	191.00	192.00	193.00	194.00
G 1.0	147.00	150.00	155.00	158.00	160.00	163.00	167.00	170.00	173.00	176.00
G 1.5	143.00	147.00	152.00	157.00	160.00	164.00	168.00	172.00	176.00	180.00
G 2.0	153.00	158.00	164.00	169.00	173.00	177.00	181.00	185.00	189.00	193.00
G 2.5	179.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 3.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 3.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 4.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 4.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 5.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 5.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 6.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 6.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 7.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 7.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 8.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 8.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 9.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 9.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 10.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 10.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 11.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 11.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 12.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 12.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 13.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 13.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 14.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 14.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 15.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 15.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 16.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 16.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 17.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 17.5	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00
G 18.0	178.00	185.00	192.00	198.00	203.00	208.00	213.00	218.00	223.00	228.00





Mario Di Sora

UAI

vicepresidente@uai.it

Nel precedente articolo abbiamo preso confidenza con alcuni concetti basilari dell'illuminotecnica che ci consentono, unitamente agli altri di cui parleremo oggi, di orientarci in una materia che, per gli astrofili, appare talvolta immotivatamente ostile.

## Parametri tecnici per la limitazione dell'inquinamento luminoso (II parte)

Come abbiamo detto due sono le componenti fondamentali dell'inquinamento luminoso e cioè la luce emessa direttamente oltre angoli di  $90^\circ$  dai corpi illuminanti e quella riflessa dalle superfici illuminate (che possiamo definire come problema della luminanza).

Solo il giusto equilibrio tra questi due fattori è in grado di assicurare, ma non certo eliminare del tutto, la limitazione della dispersione di luce e, quindi, l'inquinamento luminoso.

Non possiamo poi trascurare il contributo dell'atmosfera stessa in quanto, per la presenza di particelle e impurità varie, questa rappresenta il principale fattore della trasmissione a distanze, anche rilevanti, del bagliore prodotto dalle zone fortemente illuminate (fenomeno di scattering).

Ciò è tanto vero che sulla Luna, notoriamente priva di gas atmosferici, il cielo è scuro anche in pieno giorno rendendosi così possibile la visione delle stelle con il Sole alto sull'orizzonte.

Avendo affrontato il problema di come limitare la luce diretta verso l'emisfero superiore, ricorrendo cioè a corpi illuminanti con emissione uguale o prossima a  $0 \text{ cd/klm}$  a  $90^\circ$ , comunque, molto contenuta, è il momento di valutare il contributo della luce che viene riflessa appunto dalle superfici illuminate.

Normalmente, nel caso di strade asfaltate, la percentuale di riflessione è di circa il 10%. Valore questo che può salire in modo notevole se la luce viene indirizzata su un edificio di colore chiaro, come ad esempio un monumento in marmo bianco.

In tal caso la riemissione può arrivare al 70% di quella ricevuta dall'impianto e questo comporta un contributo all'inquinamento luminoso non certo trascurabile.

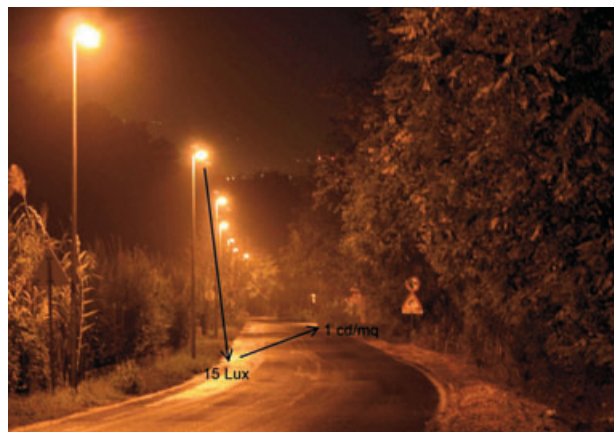
Di qui la necessità che le leggi impongano dei limiti di luminanza non solo per strade e grandi aree, normalmente orizzontali e quindi emittenti verso lo zenith, ma anche per le facciate degli edifici (monumentali e non) e per le insegne pub-

blicitarie in genere verticali e, quindi, visibili a grandi distanze.

Una prima importante distinzione tecnica deve essere fatta ed è quella tra illuminamento e luminanza; concetti questi strettamente connessi ma non uguali. Infatti il primo viene misurato in lux mediante uno strumento chiamato luxmetro mentre la seconda, che vedremo essere parametro di riferimento più importante, viene espressa in  $\text{cd/mq}$  e si misura con il luminanzometro (strumento più complesso e costoso).

Ed effettivamente la differenza tra i due concetti non è di poco conto, anche ai fini dell'inquinamento luminoso. L'illuminamento ci dice quanti lux arrivano su una determinata superficie da un impianto. Ad esempio un valore di 15 lux rilevato alla base di un palo alto 7 metri con lampada da 70 W al sodio alta pressione. Il luxmetro ci dice solo quanta luce arriva sulla strada ma non quanta ne venga rimessa da questa verso l'alto (dato che può variare in funzione del colore più o meno scuro dell'asfalto). Questa quantità viene definita appunto come la grandezza fisica della luminanza (espressa in candele su metro quadrato -  $\text{cd/mq}$ ). Nella foto viene spiegata la differenza tra i due concetti (illuminamento di 15 lux e luminanza di  $1 \text{ cd/mq}$ ).

Luminanzometro



Illuminamento e luminanza.

Ma vediamo, su questo punto, cosa viene prescritto dai principali provvedimenti vigenti in Italia a cominciare dalle norme tecniche come la UNI 11248 (ex UNI 10439).

In genere questo tipo di norme danno delle indicazioni di massima su quelli che debbono essere i limiti di luminanza (non di illuminamento quindi) che consentono di ritenere sicura una strada o altro tipo di luogo soggetto a traffico.

Nel caso di specie, e senza entrare nei minimi dettagli, la UNI 11248 indica come valori idonei per tale scopo quelli compresi tra 0.5 cd/mq per le strade extraurbane o poco trafficate e 2 cd/mq per quelle urbane con intenso traffico ed edifici ai lati. Vi sono, ovviamente, numerosi valori intermedi per le altre tipologie di strade.

Interessante notare che, solo dopo l'approvazione delle varie leggi regionali in materia, detta norma, che prima era appunto la UNI 10439, ha previsto la possibilità, con la diminuzione del traffico orario e nelle ore centrali della notte, di ridurre tali valori fino al 50%. Questo fatto comporta non solo un abbattimento proporzionale dei consumi energetici ma anche, per quel che ci occorre, dell'inquinamento luminoso da riflessione.

Quasi tutte le leggi regionali prevedono l'uso obbligatorio dei dispositivi di risparmio energetico (in genere riduttori di potenza) prescrivendo anche che i limiti di luminanza non superino quelli riportati dalle norme tecniche (L.R. 17/00 Lombardia ed altre).

Purtroppo, il più delle volte, si deve constatare che, già in partenza, le luminanze sono molto alte in quanto i progettisti, per i più vari e riprovevoli motivi, considerano i valori indicati dalla norma come minimi e non come massimi. Un comportamento questo che manifesta una visione del modo di progettare gli impianti più quantitativa che qualitativa. Appunto illuminare di più per illuminare meglio e non il contrario come pure sarebbe auspicabile.

Tuttavia queste norme tecniche nulla prevedono per l'illuminazione di altro tipo come ad esempio monumenti, facciate di edifici vari e insegne pubblicitarie.

Fortunatamente buona parte delle leggi regionali hanno dettato degli specifici limiti in materia per le varie tipologie di impianti. Anche se, ad onor del vero, alcuni di questi sono oggettivamente difficili da applicare vuoi per la difficoltà

concreta di effettuare i controlli vuoi per il fatto che vengono imposti dei valori troppo bassi o in modo del tutto generico.

Un tipico esempio, molto ricorrente, è quello di 4500 lumen per le insegne con illuminazione interna (es. art. 7, punto 5 Reg. Att. della L.R. 19/2003 Emilia-Romagna ma anche numerose altre con testo simile).

Limite questo che è impossibile da rispettare per le insegne di grandi dimensioni se pensiamo che 4500 lumen vengono già superati da un tubo al neon da soli 58 W che ne sviluppa 4900. Peraltro lo stesso articolo nulla dispone per le insegne con illuminazione esterna per le quali, pertanto, appare applicabile il limite previsto dall'art. 50 del Regolamento del C.d.S. di ben 150 cd/mq.

Ad ogni modo limiti assolutamente da non superare sono quelli di 1 o 2 cd/mq, per quanto concerne le facciate di edifici che siano monumentali o meno, mentre per le insegne pubblicitarie una luminanza media di 10 cd/mq rappresenta un giusto punto di equilibrio fatte salve, ovviamente, prescrizioni più restrittive. Limite, si sottolinea, che è pur sempre 15 volte inferiore a quello ammesso dal Codice della Strada.

In ogni caso, a prescindere da quello che prescrivono, in modo più o meno felice, i vari provvedimenti, è opportuno che gli astrofili, sia di associazioni che di osservatori astronomici, si muniscano di luminanzometri e luxmetri per verificare che i vari limiti imposti siano effettivamente rispettati nella realizzazione degli impianti. Purtroppo i primi hanno costi che superano in genere i 1000 euro mentre i secondi possono essere acquistati anche con meno di 100 euro.

Per l'Osservatorio Astronomico di Campo Catinò, che dirigo da anni, abbiamo deciso di fare un sacrificio mettendoli tra la strumentazione di serie.

Ad ogni modo è possibile chiederli in prestito presso qualche professionista del settore ovvero ancora, con modica spesa, prenderli a nolo.

In alcuni casi, per la verità ancora molto rari, ci si può rivolgere alle varie sezioni provinciali delle ARPA per vedere se ne siano in possesso.

Consiglio comunque vivamente almeno l'acquisto del luxmetro che, con qualche artificio e una certa pratica, è in grado di indicarci oltre agli illuminamenti anche i valori di luminanza.

La prossima volta parleremo dei vari tipi di impianti non ancora trattati in queste prime puntate.



Luxmetro.