

Requisiti tecnici per una efficace limitazione degli effetti dell'inquinamento luminoso

Pierantonio Cinzano

Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento Luminoso (ISTIL), via Roma 13, Thiene, Italy, email: cinzano@lightpollution.it

Key words: light pollution - site protection - atmospheric effects

Abstract: I requisiti tecnici necessari per limitare efficacemente gli effetti dell'inquinamento luminoso vengono individuati in base ai meccanismi con cui esso produce la luminosità artificiale del cielo notturno. In particolare si approfondisce il significato e il reale effetto di limiti percentuali al flusso luminoso disperso verso l'alto e si mostra come sia inadeguato porre limiti esclusivamente al flusso luminoso totale emesso verso l'alto, senza tenere conto della direzione di emissione. Un confronto tra l'intensità luminosa di un campione di strade nelle direzioni in cui risulta più inquinante e i limiti all'intensità luminosa degli apparecchi nelle stesse direzioni, posti da alcuni testi di legge, consente di valutarne la maggiore o minore efficacia.

Possibilità e scelte legislative

Anche prescindendo dall'affrontare i numerosi e ben documentati effetti dell'inquinamento luminoso sull'ambiente naturale (un'incompleta bibliografia individua più di 140 pubblicazioni sugli effetti della luce artificiale su piante, animali e uomo [1] e su questo tema quest'anno vi sono stati due convegni scientifici internazionali [2][3]) e limitandoci a considerare solo il suo effetto sulla visibilità del cielo stellato, il quadro che si evince è particolarmente preoccupante. Per averne un'idea, è sufficiente un'occhiata ai risultati presentati nelle precedenti relazioni di questo convegno.

Da questi impressionanti dati risulta chiaro come sia necessario un intervento legislativo per indirizzare lo sviluppo dell'illuminazione esterna notturna in una direzione virtuosa di rispetto dell'ambiente e di risparmio energetico che altrimenti non viene adeguatamente intrapresa. Questo intervento legislativo deve essere in grado di spingere ad un cambiamento nelle abitudini illuminotecniche ed è richiesto con la massima urgenza perché l'inquinamento luminoso cresce in modo esponenziale, con tassi di incremento che raggiungono in Italia anche il 7%-10% per anno (v. es.[6]).

Cosa si può fare? La soluzione più naturale ed efficace, quella di spegnere tutte le luci, non è ovviamente realizzabile nel mondo moderno ove l'illuminazione artificiale è una necessità sociale. La seconda soluzione, in una ipotetica scala di efficacia decrescente, sarebbe quella di rinunciare all'installazione di qualunque nuovo impianto di illuminazione. Questo non eliminerebbe l'inquinamento luminoso ma almeno porterebbe a zero il suo elevato tasso di incremento annuo. Questa soluzione non creerebbe il buio ed è ben vista da più di qualcuno, tuttavia potrebbe essere in conflitto con le necessità di sviluppo di un Paese industriale avanzato come il nostro. La terza soluzione, proposta da più parti, è quella di consentire l'incremento dell'illuminazione ponendo, nel contempo, un tetto all'incremento annuo del flusso luminoso installato in ogni Comune e all'incremento annuo dei consumi di energia elettrica per illuminazione esterna. Come l'analogo tetto alla spesa sanitaria, lungi dal mirare alla dipartita dei malati, aveva come obiettivo quello di razionalizzare la spesa stessa, così questi tetti favorirebbero non "il buio" bensì la razionalizzazione dell'illuminazione, l'utilizzo di apparecchi ad elevato rendimento e la progettazione di impianti ad elevato coefficiente di utilizzazione, il primo, e l'utilizzo di lampade ad elevata efficienza, il secondo. Naturalmente questi provvedimenti andrebbero affiancati ad altri che evitino che il flusso entro il tetto sia disperso verso l'alto. Negli Stati Uniti si segue una strada leggermente diversa e alcune leggi hanno introdotto dei limiti (non del tutto convincenti) direttamente al flusso luminoso installato per acro quadrato.

Le proposte di legge regionali approvate in Italia, come ad esempio la legge n.17 del 27 marzo 2000 della Regione Lombardia, che è considerata la migliore legge contro l'inquinamento luminoso attualmente in vigore in Italia, hanno scelto di intraprendere una strada ancora più "morbida", forse anche troppo. Esse hanno scelto di non porre alcun limite all'installazione di impianti di illuminazione. Ciascuno è libero di illuminare quello che vuole. Naturalmente, se si vuole consentire una libertà così ampia ma nel contempo si vuole che la legge sia anche ragionevolmente efficace nel limitare l'inquinamento luminoso, bisogna perlomeno che si imponga di seguire, nel fare l'impianto, alcune regole fondamentali e che da queste non si prescinda. Se si cerca di lasciare spazi di libertà anche su queste, si finisce inevitabilmente per ottenere una legge inefficace. In questo caso sarebbe stato meglio non farla perché si finisce per legalizzare l'inquinamento luminoso.

Ambito territoriale di applicazione dei provvedimenti

Tra le cose irrinunciabili, tipiche delle leggi più moderne, che apprezziamo ad esempio nelle leggi di Lombardia, Marche, Veneto e Toscana, c'è il fatto che

i provvedimenti relativi agli impianti nuovi si applichino allo stesso modo all'intero territorio regionale. L'applicazione di seri provvedimenti all'intero territorio protegge in modo efficace la percezione del cielo di tutti i cittadini evitando di creare discriminazioni tra cittadini più o meno privilegiati a seconda che essi vivano più o meno vicini ad un sito protetto. Non solo, ma essa garantisce anche l'efficace protezione dei siti "sensibili". Infatti, il meccanismo per cui il flusso luminoso emesso verso l'alto si propaga nell'atmosfera andando ad illuminare molecole e particelle lungo la linea di vista di un osservatore (che diffondendo tale luce creano quello sfondo luminoso che impedisce o disturba la percezione del cielo stellato) è caratterizzato dal fatto che la luce si propaga anche a 200 km di distanza dalla sorgente, essendo praticamente solo la curvatura della Terra a costituire nelle notti limpide uno schermo efficace. Perciò è chiaro che oggi non avrebbe alcun senso l'adozione di quei vecchi schemi di protezione detti "a cipolla" che andavano di moda anni fa (e che costituiscono ad esempio la base della criticata norma tecnica UNI-10819) per cui si creavano una serie di "zone di protezione" l'una dentro l'altra con provvedimenti via via più stringenti mano a mano che ci si avvicinava al sito da proteggere, a meno che non si fossero adottate zone di protezione con raggi dell'ordine di centinaia di chilometri.

In questo panorama qual è allora la funzione delle "aree di più elevata sensibilità"? Nelle leggi moderne contro l'inquinamento luminoso, le aree "di più elevata sensibilità" non si introducono per applicare provvedimenti più stringenti che nel resto del territorio, cosa che come abbiamo visto sarebbe inutile quando esse hanno raggi dell'ordine di qualche decina di chilometri. Esse vengono invece introdotte per l'adeguamento degli impianti esistenti che in tali aree assume caratteristiche di maggiore priorità e impegno. In qualche caso si prevede in tali zone anche un uso più impegnativo dell'orario regolamentato. La tendenza attuale sembra quella di eliminare del tutto le aree di protezione sostituendole con un adeguamento in passi successivi esteso a tutto il territorio regionale.

Criteri da adottare

Addentriamoci ora in un esame dei provvedimenti da adottare in un efficace provvedimento legislativo. Mi limiterò a commentare solo i due punti principali. La base di una protezione realmente efficace è costituita dall'abbattimento delle emissioni luminose inviate sopra l'orizzonte dagli apparecchi di illuminazione e dal limitare a quanto necessario le emissioni luminose riflesse dalle superfici, evitando di sovrailluminare e contenendo il più possibile la dispersione di luce al di fuori delle aree da illuminare.

a) limiti all'emissione diretta

Per quanto riguarda il primo punto, se si vuole fare una legge efficace è fondamentale e irrinunciabile il limite di 0 cd/klm a 90 gradi ed oltre all'intensità dell'emissione luminosa che va applicato a tutti gli impianti, pubblici e privati. Sponderò perciò qualche parola per chiarire alcune ragioni della sua importanza e la differenza con altri provvedimenti.

La norma tecnica UNI-10819 pone limiti ad una quantità integrata su tutto l'emisfero superiore, il flusso superiore, ignorando completamente che il meccanismo di propagazione dell'inquinamento luminoso dipende dalla direzione di emissione e perciò trascurando di porre maggior attenzione a quella parte del flusso che è maggiormente responsabile della propagazione e dell'addizione dell'inquinamento luminoso sul territorio. Infatti, una cosa è la percentuale di flusso emesso verso l'alto dagli apparecchi rispetto al flusso totale emesso dall'impianto e un'altra cosa è l'incremento percentuale dell'inquinamento luminoso da essi prodotto (eliminabile) rispetto a quello prodotto dalle sole superfici (inevitabile). Tra le due, quella che più interessa ai fini della limitazione dell'inquinamento luminoso è la seconda percentuale.

Vediamo cosa la prima percentuale significa in termini della seconda. Consideriamo come esempio il limite più piccolo alla percentuale di flusso emesso verso l'alto che appare nella norma UNI-10819 che è poi lo stesso limite che appare nella legge della Regione Veneto: il 3% del flusso totale emesso dal punto luce. Poiché purtroppo l'efficienza del processo di illuminazione è molto piccola, le superfici illuminate rimettono verso l'alto una frazione molto piccola della luce emessa dall'apparecchio di illuminazione. Questa frazione dipende dal coefficiente di utilizzazione dell'impianto e da come questo è progettato. Tipicamente una superficie stradale italiana (asfalto scuro) riflette meno del 10% del flusso luminoso emesso dall'apparecchio. Se per ogni 100 lumen emessi da un apparecchio la superficie illuminata ne riflette verso l'alto 10 e se permettiamo che l'apparecchio ne disperda direttamente in cielo altri 3, il flusso totale che finisce in cielo sarà pari a 13. Quindi abbiamo aumentato del 30% il flusso luminoso! (In pratica facendo i conti accuratamente spesso si trova che è molto maggiore).

Usando apparecchi totalmente schermati, invece, l'unico flusso emesso verso l'alto è quello riflesso dalle superfici che, se si progetta l'impianto con cura, può essere addirittura minore di quello prodotto da un impianto non schermato a parità di luminanza, contrariamente a quanto talvolta si fa credere.

Quindi il limite del 10% al flusso emesso verso l'alto, che appare nella norma UNI-10819, significa consentire più del 100% di flusso luminoso in più (cioè raddoppiarlo) rispetto ad un impianto totalmente schermato verso l'alto. Il limite

del 23%, che si trova di nuovo nella norma UNI-10819, significa consentire il 230% di flusso luminoso in più (facendo i conti più accuratamente si trova che è molto maggiore). Anche un limite dell'1% significa permettere che gli apparecchi aggiungano grossomodo il 10% di flusso luminoso in più a quello inevitabile prodotto dalle superfici illuminate.

A questo punto qualcuno potrebbe pensare che un 5% - 10% di flusso luminoso verso l'alto in più rispetto a quello inevitabile prodotto dalla riflessione delle superfici stradali sia accettabile e che quindi un limite del 0.5% - 1% alla percentuale di flusso emessa verso l'alto dagli apparecchi possa essere ragionevole. Purtroppo non è così perché entra in gioco un secondo elemento. La distribuzione dell'intensità (solido fotometrico) degli apparecchi e quella delle superfici sono molto diverse. Gli apparecchi di illuminazione che emettono meno del 5% di flusso verso l'alto normalmente sono apparecchi che per loro costruzione emettono questo flusso a piccoli angoli, poco sopra la linea dell'orizzonte (Fig. 1a). Al contrario, le superfici hanno un'emissione chiamata quasi-Lambertiana con intensità piccole a piccoli angoli ed elevate verso lo zenit (Fig. 1b). Quindi la luce emessa a piccoli angoli sopra l'orizzonte è prodotta quasi esclusivamente dagli apparecchi.

Perché ci interessa la luce emessa a piccoli angoli? Perché per ragioni

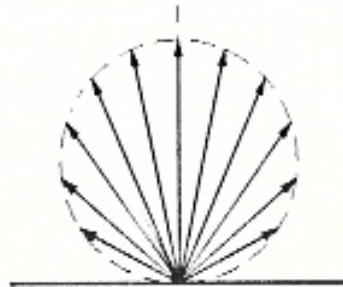


Figura 1. a) Apparecchio stradale diffondente: grande emissione a piccoli angoli; b) Superficie diffondente: piccola emissione a piccoli angoli.

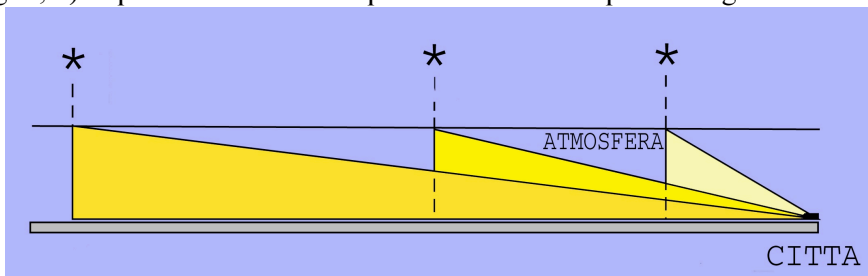


Figura 2. Angoli di emissione della luce che illumina molecole e particelle lungo la linea di vista di un osservatore che guarda una stella allo zenith da luoghi distanti dalla sorgente.

geometriche facili da intuire, l'emissione a piccoli angoli si propaga molto lontano rispetto alla luce emessa ad angoli elevati (Fig. 2). La prima va ad illuminare particelle atmosferiche molto lontane, sommandosi all'altra luce proveniente da altre sorgenti lontane e creando un effetto di addizione molto efficiente nel produrre livelli importanti di luminosità artificiale del cielo. La seconda invece illumina sopra la sorgente ed è poco propagativa e poco additiva.

Ad esempio, si calcola che a soli 20 km da una sorgente il 95% della luminosità sia dovuta alla luce emessa a piccoli angoli sopra l'orizzonte (cioè tra zero e 45 gradi sopra l'orizzonte ovvero tra i 90 e i 135 gradi di angolo gamma [7]). Poiché l'inquinamento luminoso si propaga liberamente ad oltre 200 km di distanza, essendo praticamente solo la curvatura terrestre a fare in modo efficiente da schermo [8], in gran parte del territorio la luminanza artificiale è prodotta per lo più dalla somma degli effetti delle sorgenti "lontane" che emettono a piccoli angoli. Si calcola che, persino in un quartiere situato all'interno di una città grande come Padova, il 20% della luminanza del cielo allo zenit in notti limpide sia prodotta dalla luce delle sorgenti situate nel resto del territorio [9]. Il processo di propagazione e addizione è particolarmente efficiente per nazioni con aree densamente popolate come l'Italia. Si pensi che nel raggio di 150 km da un sito ai bordi della pianura veneta si contano più di 1800 comuni ognuno con centinaia o migliaia di lampioni.

Un calcolo preciso basato su un programma di calcolo illuminotecnico [10], mostra ad esempio che utilizzando in un impianto stradale apparecchi con una percentuale di flusso verso l'alto del 2% (piccola rispetto ai limiti previsti nella norma UNI-10819 e nella LR 22/1997 del Veneto) il flusso emesso a piccoli angoli che viene diffuso dall'atmosfera (quello più efficace nell'alterare la luminosità del cielo) aumenta del 212% rispetto a quello prodotto dalla sola riflessione della strada. A questo si aggiunge la parte dovuta alla riflessione della luce dispersa fuori della superficie stradale che però, se l'impianto è ben progettato, è molto più piccola di questa e non supera una quantità pari a quella riflessa dalla strada. Usando apparecchi totalmente schermati l'unico flusso sarebbe quello riflesso dalle superfici i quali, se si progetta l'impianto con cura, possono essere addirittura minori di quelli prodotti da un impianto non schermato avente uguale luminanza.

Per cercare di sostenere la norma UNI-10819 qualcuno chiama in causa un presunto effetto di schermatura da parte delle pareti delle case sulla luce emessa dagli apparecchi che però al lato pratico è scarsamente efficace e solo per alcuni casi particolari che costituiscono una minima parte degli impianti esistenti. Si può notare facilmente che anche nelle zone centrali di città e di paesi ci sono ampi spazi aperti e che anche le strade circondate da una sequenza di case senza

interruzione sono ben schermate solo nel senso trasversale e non in quello longitudinale.

Riassumendo, il flusso luminoso prodotto dagli apparecchi, anche quando può sembrare trascurabile rispetto a quello emesso dalle superfici, in realtà costituisce una parte fondamentale del flusso inquinante ad una certa distanza dalle sorgenti. Per ridurre l'effetto di questo flusso sul cielo notturno non c'è altra soluzione che minimizzare il più possibile l'emissione degli apparecchi.

Il limite di 0 cd/klm a 90 gradi ed oltre, previsto ad es. nella legge 17/2000 della Regione Lombardia, indica che il valore misurato deve essere espressa come numero intero (ad es. se misuro 0.4 cd/klm approssimo a zero, se misuro 0.6 cd/klm approssimo ad 1 cd/klm) e quindi lo strumento deve avere una sensibilità minima di 0.5 cd/klm. Si tratta di un limite che è adeguato e ci sono laboratori in grado di eseguire tali misure.

Possiamo verificare che tale limite è adeguato calcolando l'intensità della luce emessa dalla strada per unità di flusso emesso dalle lampade dell'impianto su un campione di 21 progetti di impianti stradali di tipo molto comune, ottenuti con diverse tipologie progettuali, diverse luminanze medie mantenute, apparecchi stradali per lo più semi-cut-off di buona qualità ottica. I progetti prevedevano superfici stradali del tipo standard CIE CII (asfalto scuro), il più diffuso in Italia. Per ogni impianto abbiamo calcolato l'intensità mantenuta dell'emissione luminosa dell'intera strada a piccoli angoli ($g = 95^\circ, 100^\circ, 110^\circ$) in base alla luminanza media mantenuta e agli altri parametri di progetto. Abbiamo valutato l'intensità in senso longitudinale, dove è maggiore. La Tab. 1 mostra i valori medi dell'intensità per unità di flusso nel nostro campione di impianti [11]. Si tratta di un'intensità "mantenuta". Per minimizzare l'inquinamento prodotto dagli apparecchi i limiti da adottare dovrebbero essere almeno pari ad un decimo dei valori in Tab. 1.

Tabella 1.

Angolo Gamma	95 gradi	100 gradi	110 gradi
Intensità media in senso longitudinale di un campione di 21 superfici stradali	2.0 cd/klm	4.0 cd/klm	7.8 cd/klm
In senso trasversale l'intensità della luce emessa è molto più piccola			

La Fig. 3 mostra l'intensità dell'emissione degli apparecchi consentita dai limiti introdotti in alcune leggi o proposte di legge e l'intensità dell'emissione delle superfici [11] ad ogni angolo gamma compreso fra 90° e 110° . La Fig. 4 mostra la frazione dell'intensità totale dovuta agli apparecchi e alle superfici [11]. Si tenga sempre conto che le intensità della strada utilizzate nelle figure sono quelle in senso longitudinale, mentre si dovrebbe fare il confronto col valore mediato in

Figura 3

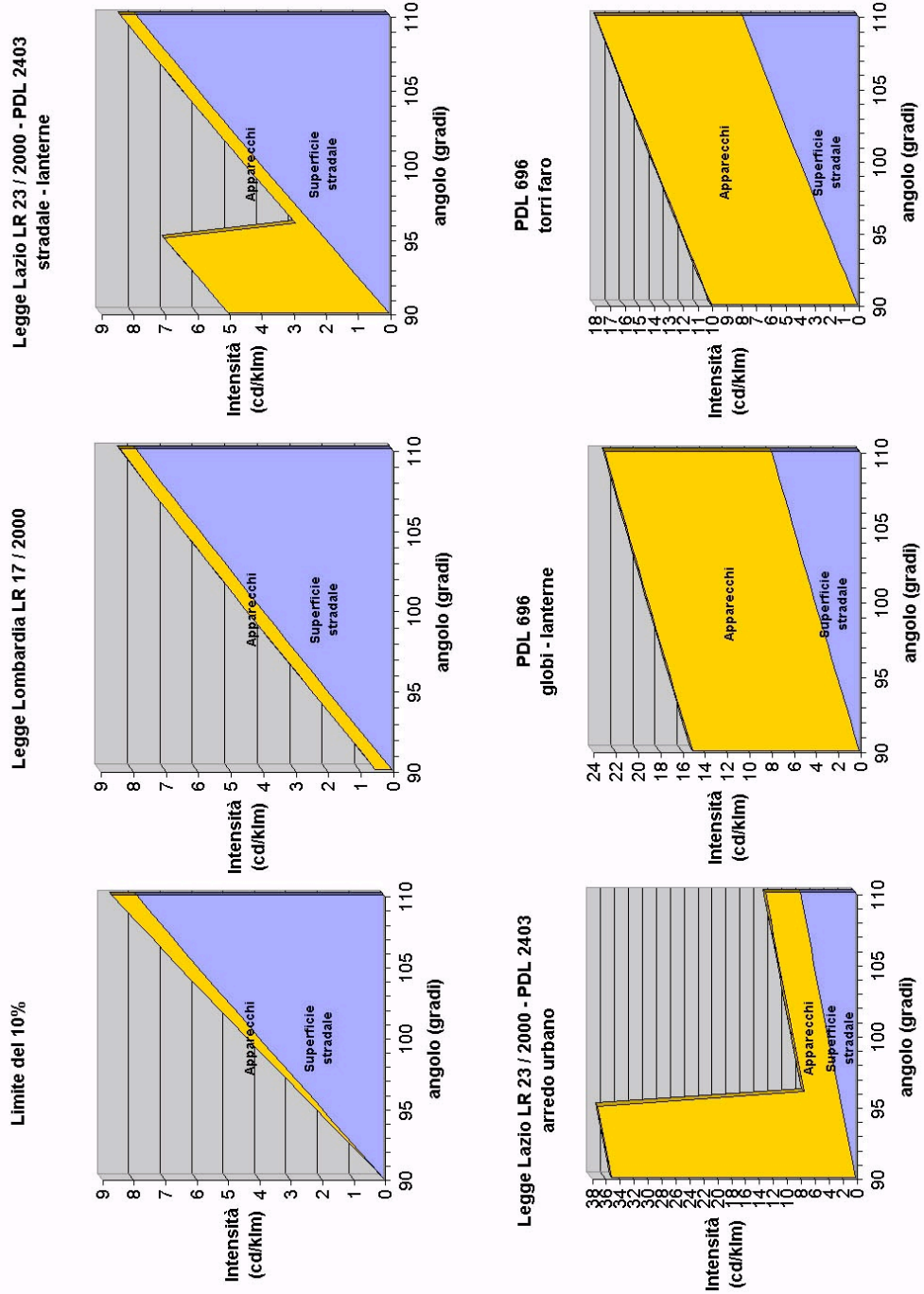
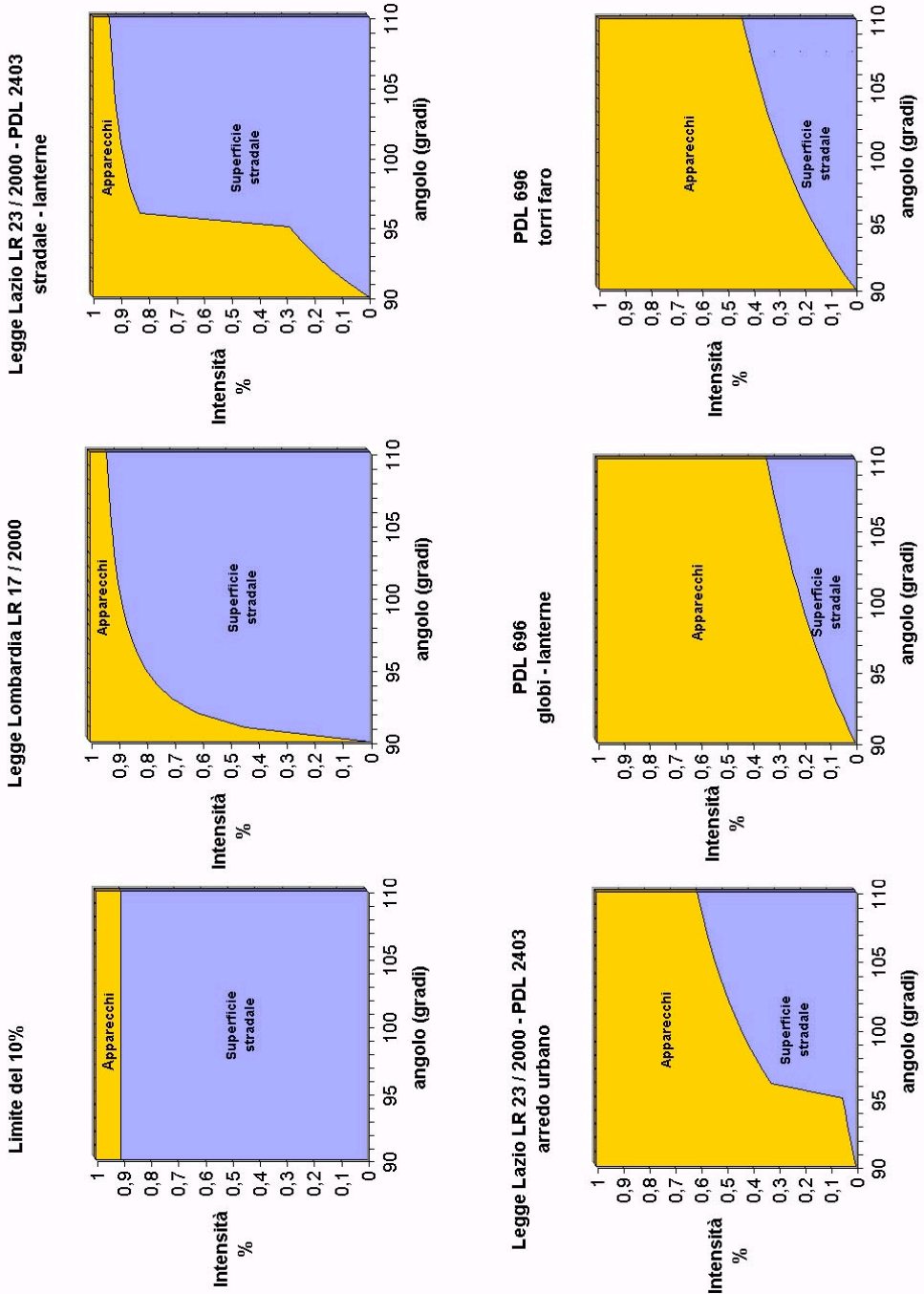


Figura 4



tutte le direzioni, che è molto più piccolo.

Si noti che gli apparecchi di illuminazione conformi alle 0cd/klm a 90 gradi ed oltre non devono emettere luce sopra l'orizzonte, ma possono avere qualunque tipo di emissione sotto i 90 gradi. La Fig. 5 mostra due esempi di apparecchi a vetro prismatico o semi-cut-off conformi. Tuttavia non occorre ricorrere ad apparecchi di questo tipo perché i numerosissimi apparecchi "a vetro piano" in commercio hanno prestazioni sufficienti a rimpiazzarli adeguatamente.



Figura 5 Due casi limite: apparecchi conformi pur con vetro prismatico (semi-cut-off)

Spesso si fa credere che gli apparecchi a vetro piano debbano essere installati con un interdistanza minore di quelli a vetro curvo o prismatico e questo faccia consumare più energia elettrica. E' importante ricordare che il risparmio energetico, legato alla quantità di flusso installato per chilometro di strada, dipende molto da quanto del flusso luminoso emesso dall'apparecchio va a finire sulla strada e da quanto fa a finire fuori di essa. Talvolta affinché la strada intercetti una maggior quantità di luce in modo da installare un minore flusso per chilometro, è preferibile persino installare gli apparecchi più bassi, cioè con una minor interdistanza. E ciò indipendentemente dal tipo di apparecchio. Il costo degli apparecchi in più si ammortizza con il risparmio energetico. Quindi l'interdistanza maggiore si ottiene più che dall'ampiezza del fascio luminoso nel senso dell'asse della strada (il cosiddetto throw), dal fatto che le ottiche permettano di installare gli apparecchi ad altezza elevata pur inviando poca luce fuori della strada. E ciò dipende in gran parte dall'ottica del singolo apparecchio e non dal tipo di vetro di chiusura.

b) limiti all'emissione riflessa

Un secondo criterio irrinunciabile per un'efficace limitazione dell'inquinamento luminoso è quello di non sovrailluminare. Gli estensori delle leggi della regione Lombardia, Veneto e Toscana hanno correttamente previsto

che la luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non debba superare i livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza, ove presenti, e che essa sia ridotta quando le condizioni di uso della superficie lo consentono. Nel caso in cui norme non ve ne siano, la legge del Lazio ha introdotto un limite di 1 cd/m^2 subito ripreso nel regolamento della Lombardia e nella legge della Regione Marche. Questo valore è dell'ordine di quello richiesto dalle norme di sicurezza nella maggior parte delle strade urbane (escluse quelle di scorrimento veloce). Questa parte manca completamente nella norma UNI-10819, ove è espressamente dichiarato che "non considera la limitazione alla luminanza notturna del cielo dovuta alla riflessione delle superfici illuminate". Essa si limita a prevedere una riduzione dei livelli sovradimensionati" nel solo orario regolamentato senza porre alcun limite negli altri orari.

La riduzione al minimo della luce inutilmente dispersa nelle aree circostanti finora non è specificamente prevista nei PDL, a causa della difficoltà di stabilire precisi limiti numerici da imporre alla progettazione. Tuttavia essa è già implicita in una buona progettazione, che per essere tale deve massimizzare la frazione di luce effettivamente utilizzata dall'impianto per minimizzare i consumi energetici.

Conclusioni

I criteri tecnici per un'efficace limitazione degli effetti dell'inquinamento luminoso sulla luminosità del cielo notturno nel territorio in prossimità dello zenith, sopra discussi, si ritrovano adeguatamente applicati nella legge della Regione Lombardia n.17 del 27 marzo 2000, nel suo Regolamento di Attuazione e nella legge della Regione Marche. Queste leggi, che risultano in sintonia con le tendenze legislative attuali e con le richieste delle organizzazioni che combattono l'inquinamento luminoso, sono il più recente frutto di un continuo, accurato e ben riuscito aggiornamento di quella serie di misure contro l'inquinamento luminoso che sono passate di proposta di legge in proposta di legge nelle varie legislature parlamentari, dalla n. 1296 in Senato nella XI legislatura, alla n. 511 in Senato nella XII legislatura, alla n. 751 in Senato nella XIII legislatura, alla n. 697 alla Camera nella XIV legislatura. Detti criteri, pur mancando i limiti alla quantità di luce installata, risultano tuttavia ragionevoli ed efficaci. Sono, tra l'altro, le regole più semplici e facili da attuare. E' facile dimostrare che i provvedimenti delle altre leggi, come quelle di Veneto, Toscana, Lazio e l'attuale legge del Piemonte, sono molto più difficili da applicare e da verificare.

Il mondo illuminotecnico non è estraneo alla stesura di queste regole fondamentali. Non solo vi hanno contribuito anche alcuni illuminotecnici, ma esse sono il risultato di anni di innumerevoli confronti, in molteplici ambiti, con l'ambiente illuminotecnico e le associazioni di categoria come AIDI e ASSIL.

Tanto per fare un esempio, nel 1994 il limite al flusso emesso verso l'alto venne spostato da ottanta gradi, come era nella proposta di legge n.511 al Senato nella XII legislatura e in alcune leggi degli Stati Uniti, a novanta gradi, come nella successiva proposta di legge 751 e nelle leggi Lombardia e Marche, dopo una riunione presso la sede AIDI di Milano con il presidente dell'AIDI, il presidente dell'ASSIL, rappresentanti dell'ENEL, il direttore della rivista Luce ed illustri illuminotecnici, allorché venne fatta esplicita richiesta di lasciare libertà all'emissione luminosa nell'emisfero inferiore.

La norma UNI 10819, e la legge n. 31 del 24 marzo 2000 della regione Piemonte, che ad essa fa riferimento, anche in base alla precedente discussione, non risultano tecnicamente adeguate a proteggere il cielo notturno. Si suggerisce di abbandonare ogni riferimento a tale norma nelle leggi contro l'inquinamento luminoso. Le organizzazioni che lottano contro l'inquinamento luminoso appoggiano in Piemonte una nuova proposta di legge. Anche alcuni illuminotecnici hanno ammesso che essa non è assolutamente adeguata e che la via di riferire le leggi ad una norma tecnica che dovrebbe essere completamente rifatta non è praticabile, mentre invece hanno definito "ben fatto" il regolamento della legge lombarda, e quelli con esso in sintonia.

In base all'esperienza delle altre regioni italiane, si raccomanda che i criteri tecnici siano mantenuti all'interno del testo di legge e non demandati a eventuali regolamenti successivi. Le leggi che hanno demandato a successivi regolamenti o piani regionali l'individuazione dei provvedimenti tecnici da adottare, si sono trovate in situazioni di totale stallo. Le interminabili discussioni tra le parti nella preparazione di tali regolamenti hanno fatto sì che l'unica regione ad avere a tutt'oggi approvato il regolamento di attuazione sia la Regione Lombardia, per la semplice ragione che i provvedimenti erano già contenuti nel testo di legge e davano quindi un preciso indirizzo al regolamento.

Se mai si intendesse migliorare i provvedimenti previsti dalle leggi Lombardia e Marche, sarebbe auspicabile l'adozione dei seguenti due commi i cui preziosi effetti di razionalizzazione sono già stati accennati nell'introduzione: 1- L'incremento annuale del flusso luminoso installato in ogni Comune del territorio regionale per illuminazione esterna notturna pubblica e privata non può superare un tetto massimo del 2% annuo. 2- L'incremento annuale dei consumi di energia elettrica per illuminazione esterna notturna in ogni Comune del territorio regionale non può superare l'1.5% annuo.

Il mio augurio è che leggi realmente efficaci siano approvate al più presto sull'intero territorio nazionale, in modo che ai cittadini italiani sia assicurata una reale ed efficace protezione del cielo notturno e dell'ambiente naturale.

Riferimenti

- 1 Cinzano, P., References on Light Pollution and Related Fields, Internal Report No.11, Department of Astronomy, Padova (1994), <http://deborapd.astro.it/cinzano/refer/node8.html>
- 2 Symposium "Ecological Consequences of Artificial Night Lighting", 23-24 February 2002, University of California, Los Angeles, www.urbanwildlands.org/conference.html
- 3 Symposium "Light, Endocrine Systems and Cancer", 2-3 May 2002, University of Cologne, *Neuroendocrinology Letters Suppl.*, 2, 23 (2002)
- 4 Cinzano, P., Falchi, F., Elvidge, C.D., The first world atlas of the artificial night sky brightness, *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 328, 689-707 (2001).
- 5 Cinzano, P., Falchi, F., Elvidge, C.D., Rapporto ISTIL 2001, Stato del cielo notturno e inquinamento luminoso in Italia, ISTIL, Thiene, (2001) ISBN 88-88517-00-6
- 6 Cinzano, P., The growth of light pollution in North-Eastern Italy from 1960 to 1995, in *Measuring and modelling light pollution* (ed. P.Cinzano), *Mem. Soc. Astron. Ital.*, 71, 159-166 (2000)
- 7 Cinzano, P., Diaz Castro F.J., The artificial sky luminance and the emission angles of the upward light flux, in *Measuring and modelling light pollution* (ed. P.Cinzano), *Mem. Soc. Astron. Ital.*, 71, 251-256 (2000)
- 8 Garstang, R.H., Model for artificial night-sky illumination, *Publ. Astron. Soc. Pacific*, 98, 364-375 (1986)
- 9 Cinzano, P., Disentangling artificial sky brightness from single sources in diffusely urbanized areas, in *Measuring and modelling light pollution* (ed. P. Cinzano), *Mem. Soc. Astron. Ital.*, 71, 113-130 (2000)
- 10 Cinzano, P., Light pollution by luminaires in road lighting, draft 1.3/2002 preliminary results presented at the CIE TC4-21 meeting, Turin, 30 Sept 2002.
- 11 Cinzano, P., Intensità luminosa di una superficie stradale per unità di flusso luminoso installato, agli angoli gamma per cui risulta più inquinante, draft 1.0 (2002).

Breve profilo dell'autore

Pierantonio Cinzano è uno dei fondatori della lotta all'inquinamento luminoso in Italia, argomento cui si dedica dal 1989. Si occupa di studio e monitoraggio dell'inquinamento luminoso da terra e da satellite al Dipartimento di Astronomia dell'Università di Padova. E' presidente dell'ISTIL, Istituto di Scienza e Tecnologia dell'Inquinamento Luminoso, e direttore scientifico della Sezione Italiana dell'International Dark-Sky Association. E' membro del comitato tecnico 4-21 "Interference by light on astronomical observations" della Commission Internationale de l'Eclairage (CIE), del Gruppo di Lavoro "Inquinamento luminoso" dell'UNI e del Gruppo di Lavoro "Controlling light pollution" dell'Unione Astronomica Internazionale. E' autore di numerose pubblicazioni tra cui il libro "Inquinamento Luminoso e protezione del cielo notturno" edito dall'Istituto Veneto di Scienze, Lettere ed Arti di Venezia ed il "Rapporto ISTIL 2001". Ha curato il volume "Measuring and modelling light pollution" della Società Astronomica Italiana.