

PROVINCIA DI TORINO

LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLA L.R. 31/2000

**Indirizzi e disposizioni per
la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso
e per il corretto impiego delle risorse energetiche**

Giugno 2003

Indice

| | pagina |
|--|---------------|
| Sommario | 3 |
| Scopo e campo di applicazione | 4 |
| Parte I | 5 |
| 1 Introduzione | 6 |
| 2 Le leggi | 7 |
| 2.1 Le leggi nel campo dell'illuminazione | 7 |
| 2.2 La Provincia di Torino e la L.R. 24 marzo 2000, n. 31 | 7 |
| 3 Norme e guide | 8 |
| 3.1 Norme | 8 |
| 3.2 Raccomandazioni e guide | 9 |
| 3.3 Documenti in preparazione | 9 |
| 4 L'illuminazione pubblica | 10 |
| 4.1 L'illuminazione stradale | 10 |
| 4.2 L'illuminazione urbana | 11 |
| 4.3 L'area da illuminare | 11 |
| 4.4 L'illuminazione decorativa | 11 |
| 4.4.1 Regole progettuali ed impiantistiche | 11 |
| 4.4.2 Vincoli e restrizioni particolari | 13 |
| 4.5 Calcolo del flusso luminoso disperso | 13 |
| 5 Disposizioni legali e normative a carattere illuminotecnica | 14 |
| 5.1 L'inquinamento luminoso | 14 |
| 5.2 Luminanza artificiale del cielo e disturbo per l'astronomia | 14 |
| 5.3 Emissione verso l'alto degli apparecchi di illuminazione | 14 |
| 5.4 Riflessione verso l'alto delle superfici illuminate | 16 |
| 5.5 Limitazione dell'abbagliamento | 16 |
| 5.6 Disturbo per i cittadini | 17 |
| 6 Disposizioni legali e normative per l'ottimizzazione dei consumi | 18 |
| 6.1 Requisiti legislativi | 18 |
| 6.2 Lampade | 19 |
| 6.3 Apparecchi di illuminazione | 21 |
| 6.4 Impianti di illuminazione | 21 |
| 6.5 Regolatori di flusso luminoso | 21 |
| 6.6 Orario regolamentato | 22 |
| 7 Risparmio energetico ed inquinamento luminoso | 23 |
| App. A Risparmio energetico - Requisiti legislativi | 25 |
| App. B Glossario | 27 |
| Parte II | 38 |
| 1 Introduzione | 39 |
| 2 Analisi illuminotecniche in tre Comuni della Provincia | 40 |
| 3 Indagine nel Comune di Cuorgné | 41 |

Sommario

La presente Guida è stata preparata a cura della Provincia di Torino ai sensi della Legge n. 31/2000 della Regione Piemonte. Essa ha un carattere propedeutico per mettere i Comuni della Provincia al corrente delle metodologie che sono alla base dell'illuminazione esterna e specialmente di quella pubblica, in modo da rendere edotti i Comuni sui criteri di preparazione dei Piani regolatori dell'illuminazione.

La Guida è divisa in due parti. La Parte I elenca le leggi (sezione 2) e le norme (sezione 3) pubblicate in questo settore. Nella sezione 4 vengono esaminati i vari parametri che sono influenzati dalle caratteristiche degli impianti di illuminazione.

Nelle sezioni 5 e 6 si entra nel vivo dei problemi con l'esame dell'inquinamento luminoso e dell'ottimizzazione degli impianti di illuminazione dal punto di vista del contenimento dei consumi energetici.

Infine la sezione 7 costituisce una sintesi dei punti precedenti con le relazioni tra inquinamento luminoso e consumi energetici.

Chiudono la parte I della Guida un'appendice sulle leggi che riguardano il risparmio energetico ed un'altra contenente un glossario dei termini di maggior uso in campo illuminotecnica.

Nella Parte II è riportata un'analisi sugli impianti di illuminazione pubblica di alcuni Comuni della Provincia di Torino. In particolare viene esaminato il Comune di Cuorigné che si trova nelle vicinanze dell'osservatorio astronomico di Alpette, per verificare la situazione di questo Comune in relazione alla eventuale compatibilità con le osservazioni astronomiche.

Scopo e campo di applicazione della Guida

La presente guida ha lo scopo di dare delle linee di orientamento ai Comuni della Provincia di Torino per la preparazione del Piano regolatore dell'illuminazione conformemente a quanto previsto dalla L.R. 31/2000.

Il campo di applicazione comprende i settori dell'illuminazione pubblica, stradale e decorativa, e può essere esteso ai criteri normativi per l'illuminazione esterna anche nel settore privato.

Nella parte I vengono riassunte le prescrizioni legali e normative e ne vengono discusse le conseguenze a livello della riduzione dell'inquinamento luminoso e dell'ottimizzazione dei costi di installazione e di gestione.

La parte II riporta invece un'analisi della situazione esistente in alcuni Comuni della Provincia nel settore dell'illuminazione pubblica.

LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLA L.R. 31/2000

**Indirizzi e disposizioni per
la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso
e per il corretto impiego delle risorse energetiche**

Parte I

Analisi illuminotecnica e normativa

1 Introduzione

La parte I della presente Guida della Provincia di Torino illustra le leggi, le raccomandazioni e le norme a cui bisogna attenersi nella progettazione e nella realizzazione degli impianti di illuminazione pubblica, in modo da consentire ai Comuni della Provincia di conoscere le basi per la preparazione del Piano regolatore dell'illuminazione, di cui la Provincia illustra le linee in un apposito documento.

In particolare, vengono messi in evidenza gli aspetti che riguardano il risparmio energetico ed i costi di installazione in relazione alla riduzione della luce emessa direttamente verso l'alto dagli apparecchi di illuminazione.

2 Le leggi

Le leggi dovrebbero contenere l'indicazione dei criteri essenziali, rinviando alle norme la definizione dei valori limite, in ciò seguendo le indicazioni delle Direttive europee: in questo modo infatti si assicura che le prescrizioni rispettino le esigenze della legge garantendo al contempo la realizzazione degli impianti secondo le norme, ossia a regola d'arte, e dall'altro è possibile aggiornare tempestivamente le prescrizioni normative, in seguito ad esempio a innovazioni tecnologiche.

2.1 Le leggi in materia di illuminazione

Nel seguito sono elencate le leggi di interesse nel settore della pubblica illuminazione. Uno specifico commento sul Piano energetico nazionale e sulle leggi 9 e 10 del 1991 è riportato nell'appendice A.

- Legge Regionale 24 marzo 2000, n. 31 "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche"
- Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992 "Nuovo Codice della Strada"
- DPR 495/92 "Regolamento di esecuzione e di attuazione del Nuovo Codice della Strada"
- Decreto legislativo 360/93 "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992
- D.M. 12/04/95 Suppl. ordinario n.77 alla G.U. n.146 del 24/06/95 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani Urbani del traffico"
- DPR 503/96 : "Norme sulla eliminazione delle barriere architettoniche"
- Legge n. 10 del 9 gennaio 1991 "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"
- Allegato II Direttiva 83/189/CEE legge del 21 Giugno 1986 n.317 sulla realizzazione di impianti a regola d'arte e analogo DPR 447/91 (regolamento della legge 46/90)

2.2 La Provincia di Torino e la L.R. 24 marzo 2000, n. 31

L'esame dei compiti assegnati dalla L.R. 31/2000 alla Provincia di Torino richiede l'esposizione dei vari problemi illuminotecnici. Per questo motivo l'esame di detta legge è effettuato nelle sezioni 5 e 6 della presente parte I delle Guide.

3 Norme e guide

La normativa illuminotecnica viene preparata e pubblicata dagli organismi elencati nella tabella 3.1.

Tabella 3.1
Enti normatori nazionali ed internazionali

| Livello | Ente normatore | Sigla |
|----------------|---|--------------|
| Internazionale | Commission Internationale de l'Eclairage | CIE |
| Europeo | Comitato Europeo di normalizzazione | CEN |
| | Comitato europeo di normalizzazione elettrica | CENELEC |
| Nazionale | Ente nazionale italiano di normalizzazione | UNI |
| | Comitato Elettrotecnico Italiano | CEI |

La CIE pubblica soprattutto raccomandazioni, a cui si attengono gli enti normatori per la preparazione delle norme. Il CEN e il CENELEC sono gli enti normatori della Unione Europea. In Italia le norme sono emesse dall'UNI e dal CEI, che traducono obbligatoriamente le norme CEN o le pubblicano autonomamente quando non esistano norme europee. CEN e UNI operano nei settori prestazionali e CEI e CENELEC in quelli della sicurezza in campo elettrico, anche se la suddivisione non è così netta. Così, per l'illuminazione esistono norme UNI (prestazioni illuminotecniche) e CEI (sicurezza elettrica).

3.1 Norme

Tutte le norme hanno carattere volontario, a meno che una disposizione legislativa nazionale o regionale non le renda obbligatorie. Tuttavia, la volontarietà della norma non ne riduce l'importanza: numerose leggi nazionali, tra cui la nota 46/90, dichiarano che la conformità alle norme costituisce "presunzione di esecuzione a regola d'arte", il che significa che chi non opera secondo le norme ha l'onere di provare di aver conseguito almeno le stesse prestazioni e lo stesso livello di sicurezza garantito dalla conformità alle norme. Dato che anche la giurisprudenza si attiene a questi principi, è consigliabile attenersi alle norme.

Le norme di interesse nell'illuminazione pubblica sono elencate di seguito.

- UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato"
- UNI 10819 "Impianti di illuminazione esterna - Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso"
- Norma CEI 34 - 33 "Apparecchi di Illuminazione. Parte II: Prescrizioni particolari. Apparecchi per l'illuminazione stradale"
- Norme CEI del comitato 34 "Lampade e relative apparecchiature"
- Norma CEI 11 - 4 "Esecuzione delle linee elettriche esterne"
- Norma CEI 11 - 17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica. Linee in cavo"
- Norma CEI 64 - 7 "Impianti elettrici di illuminazione pubblica e similari"
- Norma CEI 64 - 8 "Esecuzione degli impianti elettrici a tensione nominale non superiore a 1000 V"

3.2 Raccomandazioni e Guide

Alcuni documenti hanno il valore di raccomandazione e/o di guida. Tuttavia, ciò non è riduttivo e la loro importanza è evidente in mancanza di norme o per una migliore interpretazione delle stesse.

- CIE Pubblicazione n. 136 "Guide to the lighting of urban areas" (2000)
- CIE Pubblicazione n. 115 "Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic" (1995)
- ENEL/Federelettrica "Guida per l'esecuzione degli impianti di illuminazione pubblica" (1990)
- AIDI "Raccomandazioni per l'illuminazione pubblica" (1993)
- AIDI "Guida per il Piano Regolatore Comunale dell'Illuminazione Pubblica" (1998)

3.3 Documenti in preparazione

- **Illuminazione e prevenzione delle azioni criminose.** La CIE sta preparando una nuova pubblicazione sull'influenza della illuminazione pubblica nella prevenzione delle azioni criminose. Viene dimostrato che un aumento dei livelli di illuminazione scoraggia la criminalità ed aumenta il flusso pedonale nelle ore notturne, probabilmente a causa della maggior sicurezza che l'illuminazione dà ai cittadini.
- **Effetti intrusivi della luce.** E' in fase di avanzata preparazione una pubblicazione della CIE sulla limitazione degli effetti intrusivi dell'illuminazione. In particolare, la pubblicazione prevedrà la limitazione dell'illuminamento delle finestre dovuto alla luce spuria emessa lateralmente e verso l'alto, in modo da non arrecare disturbo alla attività domestica e lavorativa. Ciò vale in particolare per l'illuminazione destinata agli impianti sportivi.

4 L'illuminazione pubblica

L'illuminazione pubblica ha lo scopo di garantire la sicurezza nelle città nelle ore notturne, nonché di permettere la fruizione del contesto urbano per tutti i cittadini.

4.1 L'illuminazione stradale

L'illuminazione stradale ha lo scopo di garantire la sicurezza nelle ore notturne per tutti gli utenti della strada con un sufficiente comfort visivo e nel rispetto delle esigenze energetiche ed ambientali. Così deve rendere visibili per i conducenti degli autoveicoli gli eventuali ostacoli sulla strada e quanto presente anche oltre i limiti della stessa (marciapiedi, edifici, ecc.), limitando l'abbagliamento a valori che non compromettano la sicurezza ed ottimizzando i consumi energetici. Inoltre, l'illuminazione stradale deve consentire il flusso regolare dei pedoni ai lati della strada, consentendo il riconoscimento dei tratti personali di chi si incontra, sia per scoraggiare azioni criminose, sia come ausilio psicologico alla sicurezza.

La norma nazionale UNI 10439, aggiornata nel 2001 [1], riguarda le sole strade con traffico veicolare, ossia quelle definite dal Codice della strada e dal DM LLPP 12 aprile 1995 "Direttive per la redazione, adozione ed attuazione dei piani urbani del traffico". Si tratta di 11 tipi di strada, suddivisi secondo classi da A a F, a ciascuno dei quali la norma attribuisce una categoria illuminotecnica, da 6 per le strade di grande traffico a 2 per quelle di minore importanza. Per ciascuna categoria, la norma assegna i valori minimi della luminanza media mantenuta sul piano stradale (da 2 a 0,5 cd/m²), della uniformità globale e longitudinale, nonché il valore massimo dell'indice di abbagliamento debilitante TI. La norma richiede inoltre di adottare livelli di illuminazione pari ad almeno la metà di quelli stradali nelle fasce destinate al traffico pedonale per una larghezza fino a 5 m su ciascun lato della strada.

Dal punto di vista prescrittivo, la norma è di applicazione relativamente facile, a condizione naturalmente che sia nota la classificazione delle strade nei contesti urbano ed extraurbano: ciò presuppone che sia stato adottato un Piano regolatore per l'illuminazione in ciascun comune o almeno che si seguano le linee programmatiche presentate nella seconda parte della presente guida. Noto il tipo della strada (ad esempio Strada extraurbana principale) ed in conseguenza la sua classe (B), il prospetto 1a della norma fornisce l'indice della categoria illuminotecnica (6), con cui si ricava dal prospetto 1b il valore minimo della luminanza mantenuta (2,0 cd/m²), l'uniformità globale U_0 (40%), quella longitudinale U_l (70%) ed il valore massimo dell'indice di abbagliamento debilitante TI (10%).

La norma specifica che le prescrizioni sono valide "con il flusso orario di traffico riferito al valore massimo previsto" per ogni classe di strada. Dato però che in orari particolari durante la notte il flusso di traffico può diminuire, la norma prevede che i livelli di illuminazione possano scendere fino al 50% di quelli prescritti quando il flusso di traffico si riduca a meno del 25% del valore massimo, a condizione naturalmente che non ne derivi una riduzione del livello di sicurezza per gli utenti della strada.

La norma UNI 10439 contiene anche le procedure di misura e di calcolo delle grandezze fotometriche, nonché le prescrizioni sugli strumenti di misura, con indicazioni chiare e dettagliate per chi opera in questi settori. A questo proposito è bene notare che i rivestimenti stradali non sono materiali diffondenti. Essi si comportano come riflettori speculari se illuminati in direzione radente e l'illuminotecnica utilizza questa proprietà per ottimizzare gli impianti di illuminazione riducendo i consumi energetici: la UNI 10439 assegna le caratteristiche di due tipologie di rivestimenti stradali, di cui una è quella tipica degli asfalti delle nostre strade.

È inoltre in avanzata fase di preparazione una norma UNI per l'illuminazione delle gallerie e dei sottopassi [2], a cui nuovamente si fa riferimento nel seguito.

Maggiori particolari sull'applicazione di questa norma sono riportati nella II parte di questa guida in relazione alla preparazione del Piano regolatore dell'illuminazione comunale.

4.2 L'illuminazione urbana

A livello europeo, i Comitati tecnici del CEN 169 "Luce e illuminazione" e 226 "Equipaggiamenti stradali" hanno congiuntamente preparato la norma 12301 "Illuminazione stradale" comprendente tutti i casi di illuminazione urbana [3], per la quale è in corso la procedura di voto finale. Questa norma, che si basa sulla pubblicazione CIE 115, sarà tradotta dall'UNI probabilmente nel corso del 2003 e pubblicata in sostituzione della 10439: le prescrizioni sull'illuminazione delle strade con traffico veicolare non subiranno però mutamenti sostanziali, per cui il riferimento alla UNI 10439 risulta comunque valido. La nuova norma conterrà invece le indicazioni per gli altri tipi di strada, tra cui quelle pedonali, a cui si fa riferimento nel seguito per tutto quanto non di pertinenza della norma UNI 10439. Da notare che la nuova norma adotta prescrizioni anche sul valore minimo dell'illuminamento verticale nelle zone pedonali, in modo da permettere il riconoscimento dei tratti pedonali come detto più sopra.

4.3 L'area da illuminare

Sulle aree da illuminare vi sono interpretazioni contrastanti. Non vi è dubbio alcuno che la strada debba essere illuminata almeno al livello prescritto dalle norme. In realtà, le norme prescrivono anche di illuminare le zone confinanti con le strade, fino a 5 m per parte secondo la UNI 10819: ciò deriva dalla necessità di garantire ai conducenti degli autoveicoli la visibilità dei limiti della strada ed ai pedoni di vedere non solo le zone in cui camminano, ma anche di riconoscere chi viene loro incontro. A quest'ultimo proposito, valgono le indicazioni riportate al punto 4.2 sulla necessità di garantire l'illuminamento verticale.

Non corrisponde quindi a verità quanto asserito da qualcuno a proposito dello "spreco" di energia che sarebbe associato all'illuminazione delle aree confinanti con le strade. A parte l'impossibilità di indirizzare la luce esattamente nelle zone richieste che porta ad illuminare anche le zone vicine (occorrerebbero apparecchi di illuminazione di dimensioni molto grandi che avrebbero rendimenti ridotti), questa illuminazione riduce i pericoli di incidenti per tutti gli utenti della strada e favorisce il passaggio pedonale tramite la sensazione di sicurezza che garantisce, riducendo in questo modo anche il rischio di azioni criminose.

4.4 L'illuminazione decorativa

L'illuminazione decorativa ha caratteristiche differenziate da luogo a luogo, che non possono essere riassunte in semplici prescrizioni normative. Nel seguito sono indicate alcune regole a cui ci si dovrà attenere per garantire la fruizione notturna di monumenti, risorse culturali ed ambientali, nonché luoghi di intrattenimento.

4.4.1 Regole progettuali ed impiantistiche

Non esistono norme nazionali e/o internazionali sull'illuminazione decorativa. La CIE ha emesso sull'illuminazione urbana la pubblicazione n. 92 "Guide to the lighting of urban areas" (1992), che non è stata finora ulteriormente aggiornata.

Le considerazioni che seguono sono quindi dettate, oltre che dal riferimento alla pubblicazione suddetta, da considerazioni di compatibilità generale con il Piano Regolatore dell'Illuminazione Comunale (PRIC) e dalle esperienze maturate e conosciute.

Il tipo di impianto e la posizione degli apparecchi di illuminazione dipende fortemente dal tipo di monumento e/o di struttura da illuminare, dal contesto ambientale e dagli aspetti formali del sito. Le indicazioni progettuali a carattere generale che seguono costituiscono le condizioni corrette di approccio al tema della luce decorativa per monumenti e luoghi della Città.

- L'impianto di illuminazione deve conformarsi ai criteri realizzativi adottati dal progettista dell'opera da illuminare, in modo da rendere fruibile di notte i monumenti, sottolineando, se necessario, qualche tratto, ma senza sconvolgere l'impianto progettuale.
- In generale, prima di licenziare un progetto illuminotecnico è bene effettuare prove di illuminazione. Infatti, l'effetto complessivo dipende dalla luminanza delle varie parti e dai rapporti tra le luminanze stesse e l'ambiente circostante: si tratta di valori non facilmente calcolabili, anche perché normalmente non si conoscono le caratteristiche fotometriche delle varie parti da illuminare.
- Monumenti o strutture da illuminare sono stati di solito progettati per essere fruiti di giorno; è, dunque, bene evitare di introdurre con l'illuminazione contrasti inesistenti di giorno, usando quindi con parsimonia sistemi di illuminazione che portino ad un'inversione dei contrasti e/o al rovesciamento delle ombre portate.
- La visibilità diretta delle sorgenti di luce è generalmente fastidiosa: occorre quindi evitare che esse siano visibili.
- Un impianto di illuminazione mal progettato può risultare fortemente intrusivo. Occorre ridurre l'impatto ambientale ed evitare soprattutto di inviare luce sulle finestre delle abitazioni circostanti.
- Impiegare apparecchi di illuminazione che assicurino un buon contenimento della luce spuria, ossia del flusso luminoso diretto al di fuori della zona da illuminare. Ciò si ottiene più facilmente usando proiettori dotati di lampada di piccole dimensioni.
- Contenere il più possibile il flusso luminoso che esce al di fuori della sagoma della struttura da illuminare: infatti, se i proiettori sono diretti verso il basso detto flusso può arrecare abbagliamento ad automobilisti e pedoni. Se, viceversa, i proiettori sono diretti verso l'alto, il flusso luminoso contribuisce al così detto inquinamento luminoso e, comunque, la diffusione dei fasci luminosi, che risulta visibile in presenza di foschia, produce una sensazione sgradevole.
- Livelli di illuminazione troppo elevati vanno evitati, in quanto possono produrre forti contrasti con l'ambiente circostante. La struttura illuminata deve convivere con l'ambiente, così come accade di giorno, ed attrarre l'attenzione, ma non costituire un punto singolare, risultando eccessivamente visibile rispetto agli edifici circostanti. In linea di principio, la luminanza dell'opera illuminata dovrebbe avere valori superiori al doppio rispetto a quelli degli edifici limitrofi.
- Nel caso di monumenti con altezze elevate, è conveniente realizzare luminanze crescenti con l'altezza, tanto più quando i monumenti sovrastano fortemente gli edifici circostanti: ad altezze elevate, possono essere richieste luminanze fino a dieci volte superiori a quelle richieste per le parti basse.
- L'uniformità di luminanza appiattisce l'opera. Rapporti di luminanza di 1 a 2 tra le varie facciate danno buon risultato, ma è sconsigliabile salire oltre a rapporti di 1 a 4, a meno che non si voglia dare drammaticità all'illuminazione: ricordare che con contrasti elevati le parti meno illuminate non attraggono l'attenzione e si rischia di perdere particolari importanti dell'opera.

- Nel caso di edifici dotati di aperture (finestre, celle campanarie, ecc.) è ammissibile rovesciare i rapporti di luminanza rispetto al giorno, illuminando l'interno con contrasti di luminanza come detto più sopra, in modo da creare un effetto di vita all'interno dell'edificio.
- Curare la resa dei colori, evitando che questi vengano alterati dall'illuminazione oltre quanto tollerabile dall'occhio umano. Se l'importanza dell'opera da illuminare lo richiede, misurare il fattore di riflessione spettrale delle varie parti in modo da poter valutare per via di calcolo l'effetto delle varie sorgenti di luce.
- E' auspicabile evitare la miscelazione di sorgenti di luce di tipo diverso, come lampade al sodio ed ad alogenuri metallici. Se la resa dei colori rendesse necessaria una tale miscelazione, occorre evitare nel modo più assoluto la visibilità diretta delle sorgenti e curare il ricoprimento dei fasci di luce sulle varie zone illuminate, evitando sfrangiature cromatiche fastidiose.
- Contrasti cromatici con effetti arcobaleno, ottenibili mediante l'uso di sorgenti di luce diverse, possono forse stupire ad un primo impatto, ma risultano presto fastidiosi. È bene viceversa conservare i contrasti cromatici esistenti in condizioni diurne, tutt'al più forzandoli leggermente.
- Prevedere la possibilità di spegnere l'impianto di illuminazione ad un'ora prefissata, anche diversa in vari giorni della settimana. Oltre a ridurre l'inquinamento luminoso, in questo modo si risparmia energia e si allungano i periodi di ricambio delle lampade.

Riassumendo occorre quindi fare in modo che la progettazione tenga conto di diversi fattori quali:

- una resa cromatica adeguata ai materiali ed al colore delle opere da illuminare ed eventuale tonalità di luce differenziata nel caso di edifici adiacenti e di aspetto cromatico diverso;
- una distribuzione della luce in funzione del grado di riflessione delle superfici;
- la possibilità di ottenere illuminamenti diversi;
- l'impiego di sorgenti di luce con massima efficienza luminosa;
- il contenimento del flusso luminoso sulla sagoma dell'opera da illuminare, evitando fenomeni di abbagliamento e di inquinamento luminoso.

4.4.2 Vincoli e prescrizioni particolari

I progetti di illuminazione di edifici, luoghi e monumenti tutelati dal Ministero per i Beni Culturali e Ambientali devono essere approvati dalle Soprintendenze di competenza. I progetti di illuminazione decorativa di luoghi e monumenti redatti da studi professionali o Enti, devono ottenere il benestare sul progetto dall'Ufficio Tecnico Comunale.

Enti, Società e singoli cittadini che intendono illuminare edifici di loro proprietà, devono ottenere l'autorizzazione sul progetto dall'Ufficio Tecnico Comunale, anche se gli impianti non sono alimentati dalla rete di illuminazione pubblica, al fine di non alterare le luminanze previste per il contesto in cui sono ubicati.

4.5 Calcolo del flusso luminoso disperso

Il progetto illuminotecnico dell'opera da illuminare deve essere redatto conformemente alle prescrizioni della Norma UNI 10819 "Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso". Pertanto, la posizione e la scelta degli apparecchi di illuminazione deve essere effettuata avendo come parametro di valutazione anche la limitazione del flusso luminoso disperso verso l'alto.

Maggiori dettagli in merito sono riportati nella sezione 5.

5 Disposizioni legali e normative a carattere illuminotecnico

Nella regione Piemonte gli impianti di illuminazione pubblica sono soggetti alla L.R. 24 marzo 2000, n. 31 “Disposizioni per la prevenzione e la lotta all’inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche”.

5.1 Inquinamento luminoso

La L.R. 31/2000 definisce l’inquinamento luminoso come “ogni forma di irradiazione di luce artificiale al di fuori della aree a cui essa è funzionalmente dedicata ed in particolare modo verso la volta celeste” (art. 2, comma 1). Viene inoltre definito l’inquinamento ottico come “qualsiasi illuminamento diretto prodotto dagli impianti di illuminazione su oggetti e soggetti che non è necessario illuminare” (art. 1, comma 2).

5.2 Luminanza artificiale del cielo e disturbo per l’astronomia

Effetti indesiderati dell’illuminazione pubblica sono provocati dal flusso luminoso riflesso dalle superfici illuminate (strade, edifici, vegetazione, ecc.) e da quello emesso dagli apparecchi di illuminazione verso zone indesiderate (luce spuria). Ciò può arrecare fastidio ai cittadini e generare una luminanza artificiale del cielo che si somma a quella naturale, con una conseguente riduzione della visibilità dei corpi celesti.

5.3 Emissione verso l’alto degli apparecchi di illuminazione

La L.R. 31/2000 prescrive “Tutti gli impianti di illuminazione esterna di nuova realizzazione o in rifacimento, dovranno essere adeguati alle norme tecniche dell’Ente italiano di normalizzazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI) che definiscono i criteri di qualità dell’illuminazione stradale e delle aree esterne in generale per le limitazione dell’inquinamento luminoso” (art. 3, comma 1).

Inoltre “La Giunta regionale, con proprio provvedimento, potrà individuare ulteriori criteri tecnici da osservare per le nuove installazioni e l’adeguamento di quelle esistenti, nonché la fattispecie da sottoporre a collaudo” (art. 3, comma 2).

A oggi quindi la norma di riferimento è la UNI 10819 “Limitazione del flusso luminoso emesso verso il cielo” (1999), che prevede sostanzialmente i punti che seguono.

- **Classificazione degli impianti di illuminazione.** Vengono suddivisi in 5 categorie come dalla tabella 5.1.

Tabella 5.1

Classificazione degli impianti di illuminazione secondo la norma UNI 10819

| Tipo | Descrizione |
|-------------|--|
| A | Impianti dove la sicurezza ha carattere prioritario (esempio illuminazione stradale) |
| B | Impianti sportivi, commerciali, ricreativi, parchi e giardini |
| C | Impianti di interesse ambientale e monumentale |
| D | Impianti pubblicitari illuminati |
| E | Impianti a carattere temporaneo (esempio luminarie natalizie) |

- **Classificazione delle zone.** La norma limita il valore del rapporto di emissione superiore in modo differenziato per tre zone, di forma circolare con raggio definito intorno ai punti di diversa sensibilità agli effetti del flusso luminoso diretto verso l'alto. Il territorio nazionale dovrà essere suddiviso secondo le zone della UNI 10819 (tabella 5.2) dalle autorità competenti, ossia, in base alla L.R. 31/2000, dalla Regione Piemonte, che “con apposita deliberazione individua le aree del territorio regionale che presentano caratteristiche di più elevata sensibilità all'inquinamento luminoso e redige l'elenco dei Comuni ricadenti in tali aree particolarmente sensibili ai fini dell'applicazione della presente legge” (art. 8 comma 1). A detti fini la Regione tiene conto della presenza di osservatori astronomici, di aree protette (parchi, ecc.), di punti panoramici e di interesse monumentale e storico (art. 8, comma 2).

Tabella 5.2
Classificazione delle zone secondo la norma UNI 10819

| Zona | Descrizione | Raggio [km] |
|------|---|----------------|
| 1 | Zona altamente protetta ad illuminazione limitata (esempio: osservatori astronomici di rilevanza internazionale). | 5 |
| 2 | Zona protetta intorno alla zona 1 o intorno ad osservatori a carattere nazionale e/o di importanza divulgativa. | 5 - 25 |
| 3 | Territorio non classificato nelle zone 1 e 2 | |

- **Criteri di valutazione degli impianti.** Un centro urbano viene considerato un'unica sorgente di luce, caratterizzato dal punto di vista dell'inquinamento luminoso dal rapporto medio di emissione superiore R_n , ossia dal rapporto fra il flusso luminoso complessivamente emesso verso l'alto da tutti gli apparecchi di illuminazione della città ed il flusso luminoso totale emesso dagli stessi apparecchi.

La L.R. 31/2000 prevede la preparazione da parte dei Comuni con più di 50000 abitanti (facoltativamente di quelli con più di 30000) di Piani Regolatori dell'Illuminazione, “finalizzati a ridurre l'inquinamento luminoso ottico e a migliorare l'efficienza luminosa degli impianti” (art. 6, comma 1). I Comuni che non sono tenuti ad approvare un Piano, “osservano le linee guida definite dalla Provincia di riferimento, ai sensi dell'art. 5, comma 1” (art. 6, comma 2).

Il Piano definisce le tipologie degli apparecchi di illuminazione destinati a ogni impianto, ciascuno con un proprio valore del rapporto di emissione superiore, in modo da limitare per l'intera città il valore di R_n secondo la tabella 5.3.

Tabella 5.3
Limiti del rapporto medio di emissione superiore per la norma UNI 10819

| Impianti | R_n massimo [%] | | |
|------------|----------------------|--------------------------|---------|
| | Zona 1 | Zona 2 | Zona 3 |
| A, B, C, D | 1 | 5 | 10 |
| E | non ammessi | con orario regolamentato | ammessi |

Nella zona 1 il limite prescritto $R_n \leq 1\%$ porta all'uso esclusivo di apparecchi di illuminazione con vetro piano, con la conseguente impossibilità di ottimizzare i costi di installazione e di gestione energetica, che aumentano anche del 30% rispetto ad analoghi impianti di illuminazione con apparecchi con coppa ($R_n \approx 3\%$), a causa del maggior numero di punti luce necessario per la conformità alla norma UNI 10439.

5.4 Riflessione delle superfici illuminate

Le riflessioni delle superfici illuminate (strade, edifici, vegetazione, ecc.) sono inevitabili e costituiscono anzi lo scopo stesso dell'illuminazione (in caso contrario le superfici illuminate non sarebbero visibili).

Il flusso luminoso riflesso verso l'alto si somma alla luce spuria emessa dagli apparecchi di illuminazione e costituisce anzi la causa preponderante della luminanza artificiale del cielo. In relazione a quest'ultima considerazione si deve aggiungere che un impianto di illuminazione stradale installato nella zona 1 della norma UNI 10819 deve usare apparecchi di illuminazione con finestra a vetro piano, l'unica compatibile con la prescrizione $R_n \leq 1\%$. Per motivi fotometrici, questo tipo di finestra richiede l'installazione di un numero superiore di apparecchi di illuminazione rispetto agli apparecchi con finestra a coppa, anche il 30-40% in più, a parità di tipo e di potenza di lampada: ne segue che il flusso luminoso che cade sulla strada è più elevato e con esso anche quello riflesso verso l'alto. Avviene cioè che un impianto di illuminazione stradale con finestra a coppa ($R_n \approx 3\%$) installato nella zona 2 invii meno luce verso l'alto di un impianto nella zona 1 a causa del ridotto numero di apparecchi di illuminazione dotati della stessa lampada presenti nella zona 2. Tuttavia, nelle dirette vicinanze di un osservatorio astronomico il flusso luminoso emesso direttamente verso il telescopio può portare ad un disturbo maggiore del flusso luminoso riflesso dalle superfici illuminate: di qui la necessità di prevedere la zona 1 intorno agli osservatori la cui attività, scientifica o divulgativa, giustifichi un rilevante incremento dei costi di installazione e di gestione.

5.5 Limitazione dell'abbagliamento

L'abbagliamento è dovuto alla luce proveniente da sorgenti di forte intensità che si sovrappone al campo visivo sulla fovea o che, pur essendo diretta verso le zone periferiche della retina, diffonde sulla fovea a causa di difetti di trasparenza dell'occhio. In ogni caso, questa luce spuria riduce il contrasto degli oggetti osservati, provocando una conseguente riduzione misurabile delle capacità visive e quindi anche della sicurezza del traffico e dei cittadini in generale (abbagliamento debilitante), e/o arreca fastidio e provoca una riduzione del comfort visivo senza necessariamente diminuire i livelli di sicurezza (abbagliamento molesto): ciò non significa naturalmente che non si debba contenere anche questa forma di abbagliamento, che assume particolare importanza nell'illuminazione di interni.

Le norme, ed in particolare quelle dell'UNI sopra citate, prescrivono i limiti massimi per entrambe le forme di abbagliamento. Tuttavia, è noto che quando nell'illuminazione pubblica l'abbagliamento debilitante è contenuto entro i limiti prescritti dalle norme, anche l'abbagliamento molesto risulta accettabile. Per questo motivo ci si limita in questa sede a considerare solo la prima forma di abbagliamento. L'abbagliamento debilitante si valuta mediante il così detto incremento di soglia TI (in inglese Threshold Increment", definito come l'incremento percentuale della luminanza che occorre attribuire alla carreggiata per rendere visibile un ostacolo in condizioni di soglia di visibilità, quando nel campo visivo siano presenti sorgenti di luce. Il valore massimo del parametro TI è prescritto dalle norme: ad esempio, per l'illuminazione stradale la norma UNI 10439 limita il TI al 10% o al 15% a seconda del tipo di strada.

5.6 Disturbo per i cittadini

E' raro che l'illuminazione stradale arrechi fastidio agli abitanti delle case circostanti. Infatti, la ripartizione dell'intensità luminosa tipica degli apparecchi di illuminazione stradale è polarizzata nella direzione dell'asse stradale e la riflessione della strada non assume valori tali da risultare disturbante. Invece, se non convenientemente contenute possono essere fastidiose le emissioni di altri tipi di impianti, come quelli per installazioni sportive e per i monumenti. La CIE si sta occupando di questi problemi ed è prevedibile pubblici una raccomandazione entro il 2003. Nella II parte della presente guida saranno date indicazioni su questo argomento.

6 Disposizioni legali e normative in tema di ottimizzazione dei consumi

L'illuminazione pubblica costituisce una esigenza sociale, non solo perché assicura la sicurezza sulla strada a tutti i cittadini, ma anche in quanto i costi di installazione, di gestione e di manutenzione sono sostenuti da finanziamenti pubblici.

E' quindi molto importante ottimizzare gli impianti di illuminazione riducendo al minimo i costi di installazione ed i consumi energetici. Naturalmente, bisogna considerare anche gli obiettivi dell'illuminazione: per quella stradale vale quanto detto sopra, ma per l'illuminazione urbana (zone pedonali, commerciale, monumentale, ecc.) vanno rispettate esigenze diverse: l'ottimizzazione degli impianti dovrà essere condizionata ai compiti illuminotecnici da realizzare.

6.1 Requisiti legislativi

I requisiti legislativi sono riportati nell'appendice A. Per quanto riguarda la pubblica illuminazione, sostanzialmente la legge 10/1991 fissa i principi generali per conseguire il risparmio energetico e demanda ad una serie di decreti attuativi la definizione di strumenti normativi per il conseguimento dei seguenti obiettivi:

- migliorare i processi di trasformazione dell'energia;
- ridurre i consumi di energia;
- migliorare la compatibilità ambientale senza alcun "sacrificio" energetico.

Per raggiungere tali obiettivi la legge ha stabilito che dovevano essere emanati specifici provvedimenti legislativi a cura di diverse Amministrazioni ed organi dello Stato, oltre ad incentivi finanziari per la realizzazione degli interventi di risparmio energetico, tra cui rientrano le presenti Linee guida.

L'applicazione della legge ha particolare importanza per l'illuminazione pubblica per i risvolti sociali che essa comporta: i finanziamenti richiesti provengono dalle tasse. Occorre perciò un attento esame dei componenti illuminotecnici ed impiantistici.

Fra gli aspetti relativi al contenimento energetico, vi è quello relativo alla corretta gestione dell'energia per gli usi finali per illuminazione, dovuto anche da un più razionale utilizzo dell'illuminazione degli edifici, aree esterne e strade, utilizzando sistemi di illuminazione efficienti, in grado di migliorare la qualità dell'illuminamento stesso.

Tra le iniziative e gli obiettivi di sensibilizzazione verso un uso più razionale dell'energia nel settore dell'illuminazione, la Regione Piemonte attraverso i suoi uffici ha avviato fin dal 1998 iniziative di studio, ricerca e promozione finalizzate alla diffusione di una maggiore efficienza energetica e luminosa negli impianti comunali di pubblica illuminazione. Tale iniziativa, in seguito articolatasi nel progetto LUMEN, ha concentrato la sua attenzione sugli impianti d'illuminazione stradale sia per le evidenti correlazioni con l'esercizio del corrispondente servizio pubblico da parte delle Amministrazioni Comunali piemontesi, sia per le prerogative di carattere strategico, economico, sociale, nonché ambientale ad esso connesse.

Infatti, il settore della pubblica illuminazione, attraverso mirate attività di progettazione, installazione, gestione e manutenzione degli impianti, può contribuire alla qualificazione di importanti fattori quali la sicurezza e la qualità della vita delle persone, la sicurezza del traffico e l'arredo urbano, oltre al risparmio di energia e la tutela dell'ambiente (si pensi che l'efficienza media del parco-lampade oggi in uso nel nostro

Paese può stimarsi pari ad un valore di circa 50 lumen/Watt, mentre un obiettivo ritenuto realisticamente conseguibile è dato da un valore pari a 90 lumen/Watt).

L'approvazione della Legge regionale n. 31/2000 "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche", ha comportato in particolare, l'attività di studio e di elaborazione condotta nell'ambito della Posizione Organizzativa "Piani e programmi in materia energetico-ambientale" di un Capitolato tipo per l'illuminazione pubblica e la realizzazione di interventi di efficienza energetica e luminosa, secondo i criteri dei più avanzati contratti di prestazione, di cui alla norma UNI 10685 .

Pertanto in linea con la funzione di indirizzo e di coordinamento agli Enti Locali propria della Regione nella materia, l'iniziativa regionale risulta coerente con gli indirizzi comunitari nella materia dell'uso razionale dell'energia e con la normativa nazionale di settore.

6.2 Lampade

Le lampade per l'illuminazione pubblica devono possedere i seguenti requisiti.

- **Efficienza luminosa.** L'efficienza luminosa delle lampade a scarica è decisamente più elevata di quella delle lampade ad incandescenza, che restano perciò escluse dall'illuminazione stradale, salvo in casi particolari di illuminazione di opere d'arte.
- **Vita utile.** Il periodo di accensione dell'illuminazione pubblica è valutato pari a circa 4300 ore all'anno, mentre per le gallerie, illuminate anche di giorno, si sale all'intero periodo annuo, pari a 8760 ore. In ogni caso è quindi sconsigliato l'impiego di lampade ad incandescenza, la cui vita è valutabile nell'intorno di 2000 ore. Alcuni tipi di lampade in atmosfera di xeno e sottoalimentate hanno una vita utile di oltre 20000 ore, ma possono essere usate solo per l'illuminazione di monumenti a causa della ridotta efficienza luminosa.
- **Resa dei colori.** La possibilità di percepire i colori assicura un maggior livello di sicurezza. È quindi sconsigliabile l'impiego di lampade a vapore di sodio a bassa pressione, che emettono luce praticamente monocromatica.
- **Parzializzazione.** Deve essere possibile parzializzare gli impianti di illuminazione, nelle ore di minor traffico ed in ogni caso nelle gallerie e nei sottopassi.

In base a quanto detto sopra, l'illuminazione pubblica richiede l'impiego delle sole lampade a scarica. Occorre però ricordare che mentre è sufficiente collegare alla rete le lampade ad incandescenza per farle funzionare, le lampade a scarica necessitano di un reattore in serie alla linea per stabilizzare la scarica, che presenta una resistenza elettrica negativa. Inoltre, è necessario un dispositivo di accensione per l'innesco della scarica. Reattore ed accenditore costituiscono i così detti "ausiliari elettrici" che devono sempre essere presenti con le lampade a scarica.

Le lampade a scarica vengono succintamente descritte nel seguito. Si dividono in lampade a bassa e ad alta pressione: da notare che queste ultime richiedono un periodo di riscaldamento di qualche minuto e non possono essere riaccese immediatamente dopo essere state spente, salvo l'impiego di accenditori particolari, in quanto l'innesco della scarica è più difficile in presenza di pressioni elevate.

- **Tubi fluorescenti.** La scarica elettrica avviene in un tubo di vetro, con lunghezze da 0,6 m ad oltre 2 m, contenente una goccia di mercurio e un gas, normalmente neon, per avviare la scarica. La scarica avviene a bassa pressione e porta all'emissione soprattutto di radiazione ultravioletta.

Questa viene convertita in radiazione visibile tramite un rivestimento di opportuni materiali fluorescenti all'interno del tubo di vetro. Il tipo di rivestimento influenza l'efficienza luminosa, il colore della luce e l'indice di resa dei colori: si va da 80 a 100 lm/W, con indici di resa dei colori che possono superare 95. Il vantaggio dei tubi fluorescenti è la bassa sopraelevazione di temperatura, la riaccensione immediata dopo spegnimento e l'ampia possibilità di parzializzazione tramite reattori elettronici, gestibili anche con calcolatore, che permettono di operare con flussi luminosi pari anche solo all'1% del valore nominale. Esistono però numerosi svantaggi per le loro applicazioni in impianti stradali, salvo nel caso in cui si privilegi la possibilità di riaccensione immediata per motivi di sicurezza: le grandi dimensioni, che rendono difficile costruire apparecchi di illuminazione che emettano la luce in direzioni preferenziali, e l'influenza della temperatura dell'ambiente. Questi tubi sono infatti realizzati soprattutto per l'illuminazione interna e sono quindi ottimizzati per una temperatura ambientale di 25°C: la loro efficienza luminosa decresce rapidamente a temperature più alte e più basse. Inoltre, possono avere difficoltà di innesco della scarica con basse temperature esterne, superabili però con l'impiego di reattori elettronici.

- **Lampade a vapore di sodio a bassa pressione.** Costruttivamente, sono analoghe ai tubi fluorescenti, salvo che non necessitano di rivestimento fluorescente in quanto la scarica nel vapore di sodio porta all'emissione di luce gialla praticamente monocromatica. L'efficienza luminosa è elevata, fino a 180 lm/W, ma le grandi dimensioni (fino a oltre un metro), l'impossibilità di parzializzazione e soprattutto l'indice di resa dei colori nulla (si vede solo giallo) ne fanno una lampada non consigliabile per l'illuminazione stradale.
- **Lampade a vapore di mercurio ad alta pressione.** Storicamente, sono le prime lampade a scarica con dimensioni ridotte e per questo motivo hanno avuto larga diffusione. Come per i tubi fluorescenti, anche in questo caso il bulbo fluorescente deve essere rivestito internamente con materiali fluorescenti. L'efficienza luminosa non è esaltante (60 lm/W) e l'indice di resa dei colori altrettanto (33-50). Possono essere impiegate per i luoghi in cui è richiesta luce bianca (ad esempio aree commerciali) o per ricambi in impianti esistenti.
- **Lampade a vapore di sodio ad alta pressione.** Sono le lampade che raggiungono elevate efficienze (130 lm/W) e vite utili (anche oltre 20000 ore), a condizione però di evitare sbalzi di tensione oltre il 5%. A seconda del tipo di lampada, l'indice di resa dei colori varia da 20 a 60 ed anche a 85, scendendo però con l'efficienza fino a 50-60 lm/W. Le dimensioni limitate e la possibilità di parzializzazione ne fanno la lampada ideale per l'illuminazione stradale.
- **Lampade a vapori di ioduri metallici ad alta pressione.** Emettono luce bianca con una buona resa dei colori, anche oltre 90, con un'efficienza luminosa di 80-90 lm/W. Rispetto alle lampade a vapore di sodio ad alta pressione presentano inoltre una vita più ridotta (6000-8000 ore) e sono difficili da parzializzare. Per questi motivi il loro impiego nell'illuminazione pubblica è di solito limitato ai monumenti.
- **Lampade ad induzione.** La luce viene emessa per ionizzazione di vari gas contenuti in un'ampolla che lavora in campi elettromagnetici elevati a microonde. La vita utile è alta, anche 60000 ore, ma l'efficienza luminosa è 60-70 lm/W ed inoltre la vita utile del magnetron che le alimenta è inferiore a quella delle lampade. Se si aggiunge il costo elevato, non sembrano utili per l'illuminazione pubblica.
- **Lampade LED.** Si prevede che questi tipi di lampada saranno sul mercato entro un paio d'anni con fortissimi elementi innovativi. Il colore della luce è bianco, simile all'emissione dei tubi fluorescenti, l'efficienza luminosa sarà inizialmente dell'ordine di 40-50 lm/W, per salire entro pochi anni a 100 lm/W ed in prospettiva anche molto oltre. La vita utile è prevista fino a 100000 ore. I costi, che dopo una fase di assestamento tecnologico dovrebbero scendere al livello dei tubi fluorescenti, non presentano un problema, in quanto con tali valori della vita utile probabilmente saranno installate in apparecchi di illuminazione a perdere.

6.3 Apparecchi di illuminazione

Gli apparecchi di illuminazione hanno il compito di convogliare il flusso luminoso emesso da una o più lampade verso le zone da illuminare con le minori perdite possibili. Per gli scopi dell'illuminazione, specialmente per quanto riguarda quella stradale, gli apparecchi di illuminazione vengono considerati sorgenti di luce puntiformi e possono quindi essere caratterizzati dalla "ripartizione dell'intensità luminosa", ossia dall'insieme delle intensità luminose emesse nelle varie direzioni dello spazio circostante. È quindi evidente che dette ripartizioni avranno aspetti diversi a seconda della applicazioni: illuminazione di strade, di gallerie, di impianti sportivi, ecc.

6.4 Impianti di illuminazione

Per quanto riguarda l'illuminazione stradale, l'ottimizzazione dei costi di installazione e di gestione richiede di distanziare i pali quanto più possibile e di ridurre la potenza complessiva assorbita dalle lampade dell'impianto. Ciò impone di emettere luce in direzione quasi radente: senza superare i limiti normativi sul TI per quanto riguarda l'abbagliamento si può arrivare a $70-75^\circ$ rispetto alla verticale. Per ottenere un simile risultato non si può adottare la finestra piana di chiusura, ma occorre impiegare apparecchi con chiusura a coppa, liscia o prismata: infatti, con tali angoli di incidenza il vetro piano riflette verso l'interno dell'apparecchio anche il 40% del flusso luminoso che riceve (fig. 6.1), riducendo il flusso luminoso emesso ed in conseguenza il rendimento dell'apparecchio di illuminazione, surriscaldando la lampada e riducendone la vita utile.

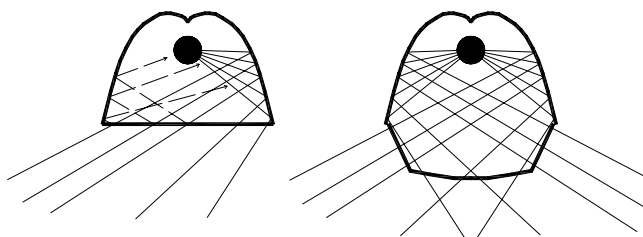


Figura 6.1 Apparecchi di illuminazione con finestra piana (a sinistra) e a coppa. La luce riflessa all'interno dell'apparecchio è indicata con raggi tratteggiati.

Per questo motivo, come già detto al punto 5.4, l'impiego di apparecchi di illuminazione con finestra piana deve essere limitato alle dirette vicinanze di un osservatorio astronomico nella zona 1 della norma UNI 10819, dove il flusso luminoso emesso direttamente verso il telescopio può portare ad un disturbo maggiore del flusso luminoso riflesso dalle superfici illuminate: da ciò discende l'opportunità di limitare la zona 1 intorno agli osservatori la cui attività, scientifica o divulgativa, giustifichi un rilevante incremento dei costi di installazione e di gestione.

6.5 Regolatori di flusso luminoso

La stabilizzazione della tensione di alimentazione di una lampada è estremamente importante per assicurarle una lunga vita ed andrebbe quindi adottato in tutti gli impianti di illuminazione. In realtà, praticamente tutti gli stabilizzatori si prestano alla parzializzazione di una lampada con modifiche limitate: nel seguito verranno quindi descritti sommariamente i così detti regolatori di flusso luminoso, che si basano tutti su una riduzione del valore efficace della tensione di alimentazione. Questa può avvenire mediante metodi diversi, che possono portare a prestazioni notevolmente diverse.

La gestione dei regolatori è affidata a circuiti elettronici collegati sia a un sensore, ad esempio di luminanza o di traffico, sia ad un temporizzatore.

Occorre tener presente che le lampade che maggiormente si prestano alla parzializzazione sono quelle a vapore di sodio ad alta pressione. Riducendo però il flusso luminoso emesso, diminuisce anche l'efficienza luminosa: non risulta quindi conveniente sovradimensionare le lampade se già si prevede di doverle parzializzarle continuamente.

Nel seguito vengono descritti per sommi capi i tipi di regolatori disponibili sul mercato.

- **Regolatori ad autotrasformatore a spazzole mobili.** Sono costituiti da semplici autotrasformatori, dotati di un dispositivo elettromeccanico che sposta uno dei morsetti di uscita lungo la parte dell'avvolgimento che funge da secondario mediante una spazzola mobile comandata da un motore elettrico gestito da un dispositivo elettronico. Consentono una parzializzazione fino al 50% del flusso luminoso emesso.
- **Regolatori ad autotrasformatore a prese commutabili.** Sono costituiti come i precedenti, ma dispongono di numerosi morsetti di uscita corrispondenti a tensioni di uscita diverse, che vengono commutate sul carico per mezzo di teleruttori o di interruttori elettronici. Le prestazioni sono simili al tipo precedente, ma con affidabilità di solito migliore per la mancanza di parti in movimento.
- **Regolatori a booster.** Sono costituiti da un trasformatore (booster) il cui secondario è in serie al carico, mentre sul primario può venire "iniettata" una tensione in fase o in opposizione per regolare la tensione di uscita tramite un dispositivo elettronico e prese multiple. Le prestazioni sono simili al tipo precedente, con minori dimensioni del trasformatore che gestisce solo una parte della potenza di uscita.
- **Regolatori a taglio di fase.** Mediante diodi controllati si taglia la parte iniziale della forma d'onda della corrente in uscita, riducendo il valore efficace della tensione di uscita. Prestazioni simili ai casi precedenti, ma con dimensioni minori e maggiore affidabilità. Per contro, si generano armoniche di cui occorre verificare la compatibilità con la rete di alimentazione.
- **Regolatori a taglio di fase simmetrica.** La forma d'onda della corrente in uscita viene tagliata in modo simmetrico, mantenendo il valore massimo della tensione di uscita. In questo modo si consente l'innesco della scarica anche con valori efficaci della tensione di alimentazione molto bassi. La regolazione può giungere fino al 10% del flusso luminoso nominale per una lampada a vapore di sodio ad alta pressione.

6.6 Orario regolamentato

Si tratta di uno dei mezzi più efficaci per ridurre non solo i consumi energetici ma anche l'inquinamento luminoso. La norma UNI 10439 prevede la possibilità di ridurre i livelli di illuminazione per l'illuminazione stradale nelle ore di minor traffico fino al 50% del valore minimo prescritto, a condizione naturalmente che le autorità preposte verifichino l'assenza di problemi di sicurezza.

Per quanto riguarda l'illuminazione monumentale e decorativa, si può spegnerla quando si vuole: dipende ovviamente dalle finalità, soprattutto turistiche, che si vogliono conseguire con questo tipo di illuminazione.

7 Risparmio energetico ed inquinamento luminoso

La luce spuria emessa verso l'alto dagli apparecchi di illuminazione viene da alcuni associata all'inquinamento luminoso, con un'espressione di grande richiamo ma impropria, additandola come causa principale di dispendio energetico e di riduzione della visibilità stellare. Di qui la richiesta di usare soltanto apparecchi di illuminazione con vetro di chiusura piano ed emissione nulla verso l'alto, che è stata fatta propria da parte di alcune leggi regionali.

Si tratta di considerazioni del tutto ingiustificate, a livello sia scientifico sia tecnologico, basate su un equivoco di fondo: vengono confrontati apparecchi di illuminazione obsoleti, dotati di lampade a vapore di mercurio con efficienza luminosa piuttosto bassa e caratterizzati da rendimenti non certo edificanti, con nuovi apparecchi con finestre di chiusura a vetro piano e lampade a vapore di sodio ad alta pressione. E' fin troppo ovvio che in questo modo si risparmia, ma il confronto è improprio ed incompleto: si tratta in realtà di sostituzioni di impianti obsoleti che porterebbero a risparmi energetici con quasi qualunque tipo di apparecchio di ultima generazione.

Per verificare l'ottimizzazione impiantistica da tutti i punti di vista occorre invece confrontare i risultati ottenibili, per impianti sia nuovi sia aggiornati, mediante apparecchi di illuminazione dotati della stessa lampada, installati alla stessa altezza, e soprattutto che illuminano la stessa area con gli stessi valori di illuminamento/luminanza e le stesse uniformità.

In base a confronti corretti di questo tipo, recenti ricerche hanno dimostrato che con apparecchi di illuminazione con vetro di chiusura piano le interdistanze si riducono ed aumenta il numero degli apparecchi per chilometro di strada: i costi di installazione ed i consumi salgono anche del 40%. Inoltre, nonostante la luce spuria emessa verso l'alto da questo tipo di apparecchi di illuminazione sia limitata ($R_n \leq 1\%$), il flusso luminoso emesso globalmente verso l'alto (emissione diretta più riflessioni delle superfici illuminate) aumenta del 15-20% rispetto ad impianti di illuminazione ottimizzati che impiegano apparecchi con chiusura a coppa ($R_n \approx 3\%$), con un aumento della luminanza del cielo ed un peggioramento della visibilità stellare.

L'ottimizzazione degli impianti di illuminazione passa attraverso l'applicazione delle norme UNI (prestazionali) e CEI (sicurezza elettrica), a cui non per nulla attraverso la L.R. 31/2000 la Regione Piemonte prescrive di attenersi, come detto alle sezioni 5 e 6. Per quanto riguarda il risparmio energetico ed il contenimento dell'inquinamento luminoso, ciò significa progettare e realizzare impianti di illuminazione secondo la norma UNI 10819, che è conforme alla pubblicazione n. 126 della CIE.

La CIE ha previsto la divisione del territorio in 4 zone di diversa sensibilità all'inquinamento luminoso, che sono elencate nella tabella 7.1. A questa suddivisione si è attenuta la norma UNI 10819, riducendo a 3 le zone, in quanto detta norma non si occupa di parchi nazionali, nonché la percentuale del flusso luminoso emesso verso l'alto dagli impianti di illuminazione: a questo proposito va ricordato che la CIE si riferisce ai singoli impianti mentre l'UNI riguarda il valor medio di detto parametro per ogni area urbana considerata globalmente, ed è pertanto corretto che i valori di R siano più piccoli per l'UNI che per la CIE. Le due prescrizioni sono equivalenti: a favore della norma UNI va la maggior flessibilità concessa alle Amministrazioni competenti nella preparazione del Piano regolatore dell'illuminazione. L'indicazione $R_n = 0$ per la zona E1 della CIE è compatibile solo con l'assenza di illuminazione, tipica dei parchi nazionali.

Tabella 7.1
Suddivisione del territorio in zone
Confronto tra la pubblicazione CIE 126 e la norma UNI 10189

| Prescrizioni | | | | Descrizione | Osservazioni |
|--------------|-----|--------------------|-----|--|--|
| Zone | | R _n [%] | | | |
| CIE | UNI | CIE | UNI | | |
| E1 | - | 0 | - | Parchi nazionali | Non contemplati dalla norma UNI 10819 |
| E2 | 1 | 5 | 1 | Osservatori internazionali Raggio UNI: 5 km | Riduzione della luce emessa dagli apparecchi di illuminazione a spese di maggiori costi di installazione e di gestione |
| E3 | 2 | 15 | 5 | Osservatori nazionali Raggio UNI: 5-25 km | Ottimizzazione dei consumi di energia e ridotta illuminazione decorativa |
| E4 | 3 | 25 | 10 | Resto del territorio | Fruibilità del territorio urbano in condizioni notturne con costi ottimizzati |

Come detto alla sezione 5, è compito della Regione individuare le varie zone in Piemonte in relazione alle esigenze astronomiche e paesaggistiche, in mancanza delle quali deve essere ovviamente privilegiata la completa fruibilità delle zone urbane nelle ore notturne da parte di tutti i cittadini. Gli obiettivi sono quelli indicati nella L.R. 31/2000: riduzione dell'inquinamento luminoso e risparmio energetico. Va da sé che la zona UNI 3 dovrebbe essere generalizzata a tutto il territorio, mentre quando si manifesta una maggiore sensibilità all'inquinamento luminoso, la zona UNI 2 garantisce il rispetto del risparmio energetico. Tuttavia, come già segnalato, nelle immediate vicinanze di un osservatorio la eventuale luce indirizzata verso il telescopio può essere di maggior disturbo di quella diffusa dal tessuto urbano: ciò porta all'adozione della zona UNI 1, nella consapevolezza di maggiori costi di installazione e di gestione ed a condizione che gli insediamenti urbani non emettano in modo diffuso un flusso luminoso di entità tale da non pregiudicare comunque della buone osservazioni astronomiche.

Appendice A

Risparmio Energetico - Requisiti legislativi

A1 Premesse

Come è noto diversi eventi di politica internazionale (guerra dei Kippur, crisi petrolifera, incidente di Chernobyl, guerra del Golfo, ecc.), avvenuti negli ultimi trenta anni, hanno sensibilizzato i governi di tutto il mondo sul problema della sostenibilità energetica, ed a seguito degli accordi raggiunti in diverse conferenze internazionali (Rio de Janeiro nel 1992, Kyoto 1997, ecc.) è stata in parte condizionata la recente politica energetica internazionale.

Le principali conseguenze che questi avvenimenti hanno avuto in campo nazionale, furono l'emanazione di diversi provvedimenti legislativi:

- la prima legge sul risparmio energetico nel settore edilizio e cioè la legge n.373 del 1976, ha avuto il merito di avviare la cultura della progettazione di edifici tenendo conto dei consumi energetici.
- successivamente dopo l'incidente di Chernobyl nel 1986 l'Italia ha deliberato la moratoria per cinque anni di tutte le attività connesse con lo sfruttamento dell'energia nucleare.
- a seguito di un ampio dibattito pubblico e di una conferenza sull'energia, il governo italiano approvò il Piano Energetico Nazionale (P.E.N.) il 10 agosto 1988, il quale perseguiva 5 obiettivi: il risparmio energetico, la protezione dell'ambiente e la salute dell'uomo, lo sviluppo di risorse nazionali, la diversificazione delle fonti e della provenienza geopolitica, la competitività del sistema produttivo.
- a rendere operativo il P.E.N. sono state le successive leggi n.9 e n.10 del 09/01/1991.

A2 Legge 9/1991

La legge 9/1991 ha introdotto i primi elementi per liberalizzare la produzione dell'energia elettrica in Italia. Infatti ha disposto la regolamentazione di diversi settori, tra i quali ricordiamo gli impianti idroelettrici e gli elettrodotti, gli idrocarburi e la geotermia, gli autoproduttori e le imprese elettriche locali, prevedendone l'emanazione anche di ulteriori provvedimenti specifici.

La politica energetica nazionale e l'attività dell'Autorità preposta a dare supporto al Governo e a sorvegliare sulle norme emanate, si dovrà raccordare alla politica dell'Unione Europea recependo le direttive sull'apertura del mercato interno dell'energia elettrica e del gas, per la sua regolamentazione e liberalizzazione.

Tra i principali compiti dell'Autorità si segnala:

- definizione e sorveglianza dei prezzi dell'energia;
- miglioramento della qualità del servizio energetico;
- competitività del sistema nazionale migliorando l'efficienza di produzione, trasmissione e distribuzione;
- riduzione dell'approvvigionamento energetico dall'estero.

Questi compiti devono essere svolti tenendo conto delle possibili ricadute sull'ambiente, quindi rispetto e difesa dell'ambiente per uno "sviluppo sostenibile".

A3 Legge 10/1991.

La legge 10/1991 fissa i principi generali per conseguire il risparmio energetico e demanda ad una serie di decreti attuativi la definizione di strumenti normativi per il conseguimento dei seguenti obiettivi:

- migliorare i processi di trasformazione dell'energia;
- ridurre i consumi di energia;
- migliorare la compatibilità ambientale senza alcun "sacrificio" energetico.

Per raggiungere tali obiettivi la legge ha stabilito che dovevano essere emanati specifici provvedimenti legislativi a cura di diverse Amministrazioni ed organi dello Stato, oltre ad incentivi finanziari per la realizzazione degli interventi di risparmio energetico.

Nell'ambito della Legge 10/1991, si deve ricordare che è stato emanato, anche in attuazione della Legge 59/1997, il D.Lgs. 112/1998 che riporta le disposizioni per conferire funzioni e compiti dello Stato, alle Regioni ed agli Enti Locali. Secondo questo decreto, le Regioni devono determinare le funzioni amministrative che richiedono l'esercizio unitario a livello regionale e trasferire tutte le altre agli Enti Locali.

In particolare le Regioni devono svolgere una funzione di coordinamento dei compiti attribuiti agli Enti Locali, riguardo l'attuazione della Legge 10/1991 e del DPR 412/1993, nonché assistere gli stessi per le attività di informazione dei cittadini e di formazione di operatori pubblici e privati nei settori della progettazione, installazione, esercizio e controllo degli impianti.

E' in corso di trasferimento agli Enti Locali, le funzioni amministrative in materia di risparmio energetico ed uso razionale dell'energia, oltre ad altre che saranno individuate da apposite legislazioni regionali, sempre che gli Enti Locali siano considerati "adeguati" a svolgere le funzioni da trasferire.

Nell'ambito delle linee di indirizzo e di coordinamento previste dai piani energetici che devono essere predisposti ed approvati a livello regionale, saranno attribuite in particolare alle Province le seguenti funzioni:

- adozione di programmi per promuovere le fonti rinnovabili e il risparmio energetico;
- autorizzazione alla installazione e all'esercizio di impianti che producono energia;
- controllo dei rendimenti energetici degli impianti termici.

Comunque fino all'entrata in vigore delle rispettive leggi regionali, si applica il D.Lgs. 30 marzo 1999, n.96, recante il titolo "Intervento sostitutivo del Governo per la ripartizione di funzioni amministrative tra regioni ed enti locali a norma dell'art. 4, comma 5, della Legge 59/1997 e s.m.i.

Allegato B**Glossario****B1 Grandezze fotometriche, definizioni e terminologia**

In questa sezione vengono definiti i termini a carattere fotometrico ed illuminotecnico necessari per la comprensione delle presenti linee guida. I vari termini, elencati in ordine alfabetico, sono accompagnati tra parentesi quadre, quando è il caso, dalle loro dimensioni secondo quanto previsto dal Sistema internazionale delle unità di misura.

| TERMINI FOTOMETRICI | |
|--|--|
| Voce | Definizione |
| Accuratezza | Prossimità dell'accordo tra il risultato di una misurazione e un valore vero del misurando. Si tratta di termine qualitativo: il termine "precisione" non deve essere usato invece di accuratezza. |
| Brillanza | Attributo di una sensazione visiva secondo cui una superficie appare emettere più o meno luce. Questo termine non deve essere usato come sinonimo di luminanza (vedi). |
| Campione fotometrico primario | Dispositivo concepito per realizzare l'unità fotometrica fondamentale (candela). |
| Campione fotometrico secondario | Sorgente di luce o rivelatore fotometrico tarato con riferimento a un campione fotometrico primario. |
| Campione fotometrico di lavoro | Sorgente di luce o rivelatore fotometrico utilizzato per misurazioni fotometriche e tarato per riferimento a un campione fotometrico secondario. |
| Candela [cd] | Unità SI di intensità luminosa: la candela è l'intensità luminosa, in una data direzione, di una sorgente di luce che emette radiazioni monocromatiche di frequenza pari a 540×10^{12} Hertz e di cui l'intensità energetica in quella direzione è pari a 1/683 Watt per steradiano. |
| Coefficiente di luminanza [sr^{-1}] | (in un elemento di superficie di un mezzo, in una direzione data e in condizioni di illuminazione date) Quoziente fra la luminanza dell'elemento di superficie nella direzione data e l'illuminamento del mezzo. |
| Colore | La caratteristica della luce che consente ad un osservatore umano di distinguere tra due zone luminose prive di struttura propria aventi le stesse dimensioni e la stessa forma. Oltre a questa definizione a carattere generale che riguarda la percezione, a questo termine viene associato il significato di specifica di uno stimolo di colore tramite tre componenti tricromatiche. |
| Colorimetria | Misurazione dei colori, fondata su un insieme di convenzioni |
| Componenti tricromatiche | Quantità dei tre stimoli di colori di riferimento che, in un sistema tricromatico dato, sono necessarie per uguagliare il colore dello stimolo considerato. Nei sistemi di riferimento colorimetrico CIE, le componenti tricromatiche sono rappresentate dai simboli X, Y, Z e X_{10} , Y_{10} , Z_{10} . |

| | |
|--|--|
| Coordinate tricromatiche | Rapporto fra ciascuna delle componenti tricromatiche e la loro somma. Nel sistema di riferimento colorimetrico CIE, le coordinate tricromatiche sono rappresentate dai simboli x , y , z e x_{10} , y_{10} , z_{10} . Dato che la somma delle coordinate tricromatiche risulta uguale a 1, due coordinate sono sufficienti per definire la cromaticità (vedi). |
| Corpo nero | Radiatore termico ideale che assorbe completamente tutte le radiazioni incidenti, qualunque sia la loro lunghezza d'onda, la loro direzione e la loro polarizzazione. La densità spettrale di radianza di un corpo nero dipende solo dalla sua temperatura assoluta ed è descritta dalla legge di Plank. |
| Aromaticità | Attributo di uno stimolo di colore definito dalle sue coordinate tricromatiche o dall'insieme della lunghezza d'onda dominante, o complementare, e dalla purezza. |
| Diagramma colorimetrico | Diagramma piano i cui punti, definiti dalle rispettive coordinate tricromatiche, rappresentano le cromaticità degli stimoli di colore. |
| Diffrazione | Deviazione della direzione di propagazione di una radiazione, determinata dalla sua natura ondulatoria, che si produce quando le onde sono limitate da ostacoli. |
| Diffusione | Fenomeno per il quale la ripartizione spaziale di un fascio di radiazioni cambia quando il fascio è deviato in direzioni multiple, da una superficie o da un mezzo, senza cambiamenti di frequenza delle sue componenti monocromatiche. |
| Diffusore | Dispositivo usato per modificare la ripartizione spaziale della radiazione utilizzando essenzialmente il fenomeno della diffusione. |
| Diffusore perfetto (per riflessione) | Diffusore isotropo ideale il cui fattore di riflessione è uguale a 1. |
| Diffusore perfetto (per trasmissione) | Diffusore isotropo ideale il cui fattore di trasmissione è uguale a 1. |
| Efficienza luminosa [lm · W⁻¹] | Quoziente tra il flusso luminoso emesso e la potenza consumata dalla sorgente. |
| Fattore di luminanza | (in un elemento di superficie di un mezzo che non emette luce propria, con direzioni di illuminazione e di osservazione date) Rapporto fra le luminanze dell'elemento di superficie nella direzione data e di un diffusore perfetto (per riflessione o trasmissione) illuminato nelle stesse condizioni. |
| Fattore di riflessione | (per una radiazione incidente di composizione spettrale, polarizzazione e ripartizione spaziale date) Rapporto tra il flusso luminoso riflesso e quello incidente nelle condizioni date. |
| Fattore spettrale di visibilità (di una radiazione monocromatica di lunghezza d'onda λ). Simbolo: $V(\lambda)$. | Rapporto tra il flusso energetico di lunghezza d'onda λ e quello di lunghezza d'onda λ_0 , quando le due radiazioni producono sensazioni luminose di uguale intensità nelle condizioni fotometriche specificate e λ_0 è scelta in modo tale che il valor massimo di questo rapporto sia uguale a 1. Salvo indicazioni contrarie, i valori del fattore spettrale di visibilità in visione fotopica sono quelli raccomandati dal Comitato Internazionale dei Pesi e delle Misure nel 1972 e riportati nella norma CIE-ISO. |
| Flusso energetico [W] | Potenza emessa, trasmessa o ricevuta sotto forma di radiazione. |
| Flusso luminoso [lm]. Simbolo: Φ. | Grandezza derivata dal flusso energetico pesato secondo la sua azione sull'osservatore di riferimento fotometrico CIE. |

| | |
|--|--|
| Fotometria | Misurazione delle grandezze che si riferiscono alla radiazione valutata secondo un fattore spettrale di visibilità dato, per esempio $V(\lambda)$. |
| Fotometro | Strumento destinato alle misurazioni delle grandezze fotometriche. |
| Funzioni colorimetriche CIE | Funzioni x, y, z, nel sistema colorimetrico di riferimento CIE 1931, oppure x_{10} , y_{10} , z_{10} , nel sistema colorimetrico supplementare di riferimento CIE 1964. |
| Goniofotometro | Fotometro per la misurazione della ripartizione angolare di una grandezza luminosa caratteristica di una sorgente di luce, di un apparecchio di illuminazione, di un mezzo o di una superficie. |
| Grandezza | Attributo di un fenomeno, un corpo o una sostanza che può essere identificato qualitativamente e determinato quantitativamente. |
| Illuminamento (in un punto di una superficie) [lx]. Simbolo: E. | Quoziente fra il flusso luminoso $d\Phi$, ricevuto da un elemento di superficie contenente il punto, e l'area dA di detto elemento. |
| Illuminante | Radiazione la cui distribuzione spettrale relativa di potenza è definita nel campo delle lunghezze d'onda che influenzano la percezione del colore degli oggetti. |
| Illuminante di riferimento | Illuminante con il quale gli altri illuminanti sono paragonati. |
| Illuminante luce diurna | Illuminante la cui distribuzione spettrale relativa di potenza è la stessa, o quasi la stessa, di quella di una certa fase della luce diurna. |
| Illuminante normalizzato CIE | Gli illuminanti A, B, C, D65, così come gli altri illuminanti D, le cui distribuzioni spettrali relative di potenza sono definite dalla CIE mediante gli illuminanti elencati più sotto si intende rappresentare: A, il radiatore plankiano alla temperatura di circa 2856 K; B, la radiazione solare diretta (obsoleto); C, la luce diurna media; D65, la luce diurna inclusa la regione ultravioletta. |
| Incertezza di una misurazione | Parametro, associato al risultato di una misurazione, che caratterizza la dispersione dei valori che potrebbero ragionevolmente essere attribuiti al misurando. |
| Indice di abbagliamento debilitante TI | Indica l'incremento percentuale della luminanza stradale necessario per compensare la riduzione di visibilità derivante dall'abbagliamento derivante da un impianto di illuminazione stradale. |
| Indice di resa dei colori | Valutazione quantitativa del grado di accordo tra il colore psicofisico di un oggetto illuminato dall'illuminante in prova e quello dello stesso oggetto illuminato dall'illuminante di riferimento, avendo tenuto conto dello stato di adattamento cromatico. |
| Intensità luminosa (di una sorgente, in una direzione data) [cd]. Simbolo I | Quoziente fra il flusso luminoso $d\Phi$ emesso dalla sorgente entro l'elemento di angolo solido $d\omega$ contenente la direzione data, e detto elemento di angolo solido. |
| Luce (percepita) | Attributo indispensabile e comune a tutte le percezioni e sensazioni che sono peculiari del sistema visivo. A volte questo termine viene usato come sinonimo di radiazione visiva (vedi). |
| Lumen [lm] | Unità SI di flusso luminoso: il lumen è il flusso luminoso emesso nell'angolo solido unitario da una sorgente puntiforme e uniforme avente l'intensità luminosa di 1 candela. |

| | |
|---|---|
| Luminanza [cd · m ⁻²] (in una direzione data, in un punto dato di una superficie reale o fittizia) Simbolo L | Grandezza definita dalla formula: $L = d^2\Phi \cdot dA^{-1} \cdot \cos\alpha^{-1} \cdot d\phi^{-1}$ in cui d ² Φ è il flusso luminoso trasmesso da un fascio elementare passante per il punto dato e propagantesi entro l'angolo solido dφ contenente la direzione data, dA è l'area di una sezione di detto fascio nel punto dato, α è l'angolo tra la normale a detta sezione e la direzione del fascio. |
| Luminanza stradale media mantenuta | Valore medio della luminanza stradale in un tratto definito della carreggiata che deve essere garantito dai gestori dell'impianto di illuminazione attraverso interventi di manutenzione programmata e/o straordinaria. |
| Luminanzometro | Strumento destinato alla misurazione della luminanza. |
| Lux [lx] | Unità SI di illuminamento: illuminamento prodotto su una superficie con area pari a 1 metro quadrato da un flusso luminoso di 1 lumen uniformemente ripartito su questa superficie. |
| Luxmetro | Strumento destinato alla misurazione dell'illuminamento. |
| Metrologia | Scienza delle misure. |
| Miscela additiva di stimoli di colore | Stimolazione che combina sulla retina le azioni di vari stimoli di colore in tal modo che essi non possano essere percepiti individualmente. |
| Misurazione | Insieme delle operazioni che hanno per scopo la determinazione del valore di una grandezza. |
| Osservatore colorimetrico CIE 1931 | Osservatore ideale le cui proprietà colorimetriche sono conformi alle funzioni colorimetriche CIE x, y, z, adottate dalla CIE nel 1931. |
| Osservatore di riferimento fotometrico CIE | Osservatore ideale la cui curva di sensibilità spettrale è conforme alla funzione V(λ) per la visione fotopica o alla funzione V'(λ) per la visione scotopica, e che soddisfa alla legge additiva implicita nella definizione di flusso luminoso. |
| Prestazione visiva | Grado di efficacia del sistema visivo, misurato per esempio tramite la velocità e la precisione con le quali viene compiuto un compito visivo. |
| Radianza [W · m ⁻² · sr ⁻¹] | Grandezza definita come la luminanza (vedi) quando nella formula di definizione si ponga il flusso energetico al posto del flusso luminoso. |
| Radiatore di Plank; corpo nero | Radiatore termico ideale che assorbe completamente tutte le radiazioni incidenti, qualunque sia la loro lunghezza d'onda, la loro direzione e la loro polarizzazione. Si tratta del radiatore termico che, per tutte le lunghezze d'onda e in tutte le direzioni, presenta la massima densità spettrale di luminanza energetica per un radiatore termico in equilibrio termico a una temperatura data. |
| Radiazione elettromagnetica | Emissione o trasferimento di energia nella forma di onde elettromagnetiche tramite i fotoni ad esse associati. |
| Radiazione infrarossa | Radiazione ottica con lunghezze d'onda superiori a quelle della radiazione visibile. |
| Radiazione ottica | Radiazione elettromagnetica con lunghezze d'onda comprese tra la transizione verso i raggi X (λ < 1 nm) e quella verso le onde radio (λ > 1 mm). |
| Radiazione ultravioletta | Radiazione ottica con lunghezze d'onda inferiori a quelle della radiazione visibile. Nel campo tra 100 e 400 nm la radiazione ultravioletta è generalmente indicata con i simboli UVA tra 315 e 400 nm, UVB tra 280 e 315 nm e UVC tra 100 e 280 nm. |

| | |
|--|---|
| Radiazione visibile | Radiazione ottica che provoca direttamente una sensazione visiva. Anche se il campo di lunghezze d'onda interessato dalla visione dipende dall'individuo e dall'illuminamento sulla retina, il limite inferiore è normalmente indicato tra 360 nm e 400 nm e quello superiore tra 760 nm e 830 nm. |
| Radiometria | Misurazione delle grandezze relative all'energia radiante. |
| Radiometro | Strumento destinato alla misurazione delle grandezze radiometriche. |
| Resa dei colori | Effetto di un illuminante sull'aspetto cromatico degli oggetti illuminati, aspetto che viene paragonato consciamente o inconsciamente a quello degli stessi oggetti illuminati da un illuminante di riferimento. |
| Riferibilità | Proprietà del risultato di una misurazione o di un campione che ne permette il collegamento a dei riferimenti determinati, generalmente campioni nazionali o internazionali, attraverso una catena ininterrotta di confronti aventi tutte le incertezze determinate. |
| Riflessione | Rinvio di una radiazione da parte di una superficie o un mezzo senza cambiamento di frequenza delle sue componenti monocromatiche. |
| Riflessione diffusa | Diffusione per riflessione in cui, in scala macroscopica, non si manifesta alcuna riflessione regolare. |
| Riflessione regolare; riflessione speculare | Riflessione secondo le leggi dell'ottica geometrica, senza diffusione. |
| Rifrazione | Modifica della direzione di una radiazione in seguito a cambiamenti della sua velocità di propagazione, passando in un mezzo otticamente non omogeneo, oppure attraversando la superficie di separazione tra mezzi diversi. |
| Ripartizione dell'intensità luminosa | Rappresentazione, per mezzo di curve o tabelle, dei valori dell'intensità luminosa di una sorgente di luce in funzione di direzioni nello spazio. |
| Rivelatore fotoelettrico | Rivelatore di radiazioni ottiche che utilizza l'interazione tra la radiazione e la materia derivante dall'assorbimento di fotoni e della conseguente liberazione di elettroni a partire dal loro stato di equilibrio, producendo così una tensione o una corrente elettrica, oppure un cambiamento di resistenza elettrica, escludendo qualsiasi fenomeno elettrico prodotto da cambiamenti di temperatura. |
| Sensibilità | Quoziente fra la risposta Y di un rivelatore e la sua eccitazione X. |
| Sfera di Ulbricht; sfera integratrice | Sfera cava la cui superficie interna si comporta come un diffusore, in modo meno selettivo possibile. |
| Sistema colorimetrico CIE 1931 | Sistema per la determinazione dei valori tristimolo di ogni distribuzione spettrale utilizzando l'insieme degli stimoli di colore di riferimento [X], [Y], [Z] e le tre funzioni colorimetriche CIE $x(\lambda)$, $y(\lambda)$, $z(\lambda)$ adottate dalla CIE nel 1931. |
| Sistema internazionale di unità di misura | Definito brevemente come "Sistema SI" o anche soltanto "SI", costituisce l'insieme delle unità di misura concordate da tutti i paesi che hanno firmato la Convenzione del Metro. |
| Sistema tricromatico; sistema colorimetrico | Sistema di specificazione degli stimoli di colore nei termini delle componenti tricromatiche, fondato sull'uguagliamento dei colori per mezzo di una miscela additiva di tre stimoli di riferimento convenientemente scelti. |

| | |
|---|---|
| Sorgente primaria di luce | Superficie o oggetto che emette luce prodotta da una trasformazione di energia. |
| Sorgente secondaria di luce | Superficie o oggetto che, non emettendo luce di per se stesso, riceve luce e la restituisce, almeno parzialmente, per riflessione o per trasmissione. |
| Sorgenti CIE | Sorgenti artificiali specificate dalla CIE, la cui radiazione approssima quella degli illuminanti normalizzati dalla CIE A, B, C. |
| Spettrofotometro | Strumento destinato alla misurazione del rapporto di due valori di una grandezza radiometrica alla medesima lunghezza d'onda. |
| Steradiante | Unità SI derivata di angolo solido: angolo solido che, avendo il proprio vertice nel centro di una sfera, taglia un'area della superficie sferica uguale a quella di un quadrato avente per lato il raggio della sfera. |
| Superficie di Lambert | Superficie ideale per la quale la radiazione proveniente dalla superficie stessa ha una ripartizione angolare conforme alla legge del coseno di Lambert. |
| Temperatura di colore [K] | Temperatura del radiatore di Plank la cui radiazione ha la stessa cromaticità di quella di uno stimolo dato. |
| Temperatura di colore prossimale [K] | Temperatura del radiatore di Plank il cui colore percepito assomiglia il più possibile, nelle condizioni di osservazione specificate, a quella di uno stimolo dato con la stessa luminosità. |
| Uniformità globale | Rapporto fra i valori minimo e medio della luminanza stradale valutati su un tratto definito della carreggiata. |
| Uniformità longitudinale | Rapporto fra i valori minimo e massimo della luminanza stradale valutati su un tratto definito della carreggiata e lungo la mezzzeria di ciascuna corsia della stessa. |
| Visione fotopica | Visione dell'occhio normale quando è adattato a livelli di luminanza di almeno alcune candele per metro quadrato. |
| Visione mesopica | Visione intermedia tra la visione fotopica e la visione scotopica. |
| Visione scotopica | Visione dell'occhio normale quando è adattato a livelli di luminanza inferiore a qualche centesimo di candela per metro quadrato. |

B2 Termini illuminotecnici

Nella tabella che segue sono definiti alcuni termini illuminotecnici richiamati nel testo.

| TERMINI ILLUMINOTECNICI | |
|--|--|
| Voce | Definizione |
| Accenditore | Dispositivo usato per l'innesco di una lampada a scarica e provoca una sovratensione in combinazione con l'alimentatore. |
| Adeguamento normativo di un impianto | L'insieme degli interventi minimali atti a mettere a norma l'impianto, rendendolo cioè perfettamente conforme alle prescrizioni normative vigenti, senza alterarne o modificando, in modo irrilevante, le sue caratteristiche morfologiche e funzionali. |
| Alimentatore | Dispositivo usato con le lampade a scarica per stabilizzare la corrente nel tubo di scarica, ovvero per adeguare l'alimentazione di lampade a scarica alle caratteristiche della rete elettrica. |
| Altezza di installazione | Distanza tra il piano di riferimento (carreggiata stradale) e il piano di posa degli apparecchi (generalmente coincidente con il piano tangente alla superficie di emissione). |
| Apparecchiatura di comando | Complesso dei dispositivi atti all'inserzione e alla disinserzione dei circuiti di alimentazione. |
| Apparecchiatura di protezione | Complesso dei dispositivi atti alla rilevazione delle grandezze elettriche in gioco e/o all'intervento in caso di funzionamento anomalo dell'impianto di illuminazione. |
| Apparecchiatura di regolazione della corrente | Complesso dei dispositivi destinati a fornire la corrente al valore richiesto per il corretto funzionamento di un impianto in serie. |
| Apparecchiatura di regolazione della tensione | Complesso dei dispositivi destinati a fornire un valore prefissato di tensione indipendente dalle variazioni di rete per gli impianti in derivazione, che può avere anche funzione di regolazione del flusso luminoso emesso dalle lampade dell'impianto. |
| Apparecchiatura di telecontrollo | Complesso dei dispositivi che permettono di raccogliere informazioni ed inviare comandi a distanza per l'esercizio degli impianti, anche con funzioni diagnostiche. |
| Apparecchio di illuminazione a sospensione | Apparecchio di illuminazione provvisto di catena, tubo, bilancino, che gli permette di essere fissato a soffitto o ad altro supporto (funi di tesata). |
| Apparecchio di illuminazione | Oggetto che distribuisce, filtra o trasforma la luce fornita da una o più lampade; esso comprendente tutti i componenti necessari al sostegno, al fissaggio ed alla protezione delle lampade (ma non le lampade stesse) e, se necessario, sia i circuiti ausiliari, sia i dispositivi per il loro collegamento al circuito di alimentazione. |
| Area esterna | Qualsiasi area pubblica (strade, parchi, giardini) poste all'aperto o comunque esposta all'azione degli agenti atmosferici. I sottopassi stradali o pedonali e i portici si considerano aree esterne. |
| Ausiliario elettrico | Apparecchiatura inserita fra la linea di alimentazione e la lampada al fine di consentirne il corretto funzionamento. |
| Braccio | Parte del sostegno al quale è fissato direttamente l'apparecchio di illuminazione. Il braccio può essere fissato ad un palo o ad una parete verticale. |

| | |
|--|---|
| Centro luminoso | Complesso costituito dall'apparecchio di illuminazione, dalla lampada o dalle lampade in questo installate, dagli eventuali ausiliari elettrici, anche se non incorporati. |
| Circuito di alimentazione | Complesso delle condutture elettriche destinato all'alimentazione dei centri luminosi, a partire dai morsetti di uscita di un singolo dispositivo di manovra e protezione, fino ai morsetti di ingresso dei centri luminosi. |
| Efficienza luminosa [lm/W] | Rapporto tra flusso luminoso emesso da una sorgente e la potenza elettrica assorbita. Ogni tipo di lampada ha un'efficienza luminosa specifica. L'efficienza luminosa è un parametro importante, in quanto, ad un aumento della stessa corrisponde un risparmio dei costi di energia consumata; l'unità di misura è il lumen per Watt (lm/W). |
| Fattore di manutenzione | Rapporto tra l'illuminamento medio misurato sulla superficie di riferimento dopo una certa durata di utilizzazione dall'installazione e l'illuminamento medio misurato nelle stesse condizioni ad installazione nuova. |
| Illuminamento mantenuto | Illuminamento medio su una superficie di riferimento misurato alla fine di un ciclo di manutenzione. |
| Impianto di gruppo B | Impianto in derivazione con tensione nominale non superiore a 1000 V corrente alternata e 1500 V corrente continua. |
| Impianto di illuminazione pubblica | Complesso formato dalle linee di alimentazione, dai sostegni, dai centri luminosi e dalle apparecchiature destinato a realizzare l'illuminazione di aree esterne ad uso pubblico. L'impianto ha inizio dal punto di consegna dell'energia elettrica. |
| Impianto in derivazione | Impianto i cui centri luminosi sono derivati dalla linea di alimentazione e risultano in parallelo tra loro. |
| Impianto in serie | Impianto i cui centri luminosi sono connessi in serie tra loro attraverso la linea di alimentazione. |
| Impianto indipendente | Impianto nel quale i centri luminosi sono connessi ad una linea di alimentazione adibita soltanto all'impianto medesimo. |
| Impianto promiscuo | Impianto in derivazione di gruppo B nel quale i centri luminosi sono connessi ad una linea di alimentazione utilizzata anche per i servizi diversi dall'illuminazione pubblica. |
| Inquinamento luminoso | Ogni forma di irradiazione di luce artificiale al di fuori delle aree a cui essa è funzionalmente dedicata e in particolare modo verso la volta celeste. |
| Interdistanza | Distanza tra due successivi centri luminosi di un impianto, misurata parallelamente all'asse longitudinale della strada. |
| Lampada | Sorgente artificiale avente lo scopo di produrre luce mediante energia elettrica. |
| Lampada a scarica | Lampada nella quale la luce è prodotta, direttamente o indirettamente, da una scarica elettrica attraverso un gas, un vapore di metallo o una amalgama di diversi gas o vapori. |
| Linea di alimentazione | Complesso delle condutture elettriche destinato all'alimentazione dei centri luminosi a partire dai morsetti di uscita dell'apparecchiatura di comando e protezione fino ai morsetti d'ingresso dell'apparecchiatura di alimentazione degli apparecchi d'illuminazione. |
| Luminanza di un punto del manto stradale [cd/m²] | Quoziente fra intensità luminosa, emessa da un elemento di manto stradale contenente quel punto nella direzione dell'osservatore, la cui direzione di osservazione si suppone inclinata di 1° rispetto al piano stradale, e l'area della proiezione ortogonale dell'elemento di superficie sul piano perpendicolare a detta direzione. |

| | |
|--|--|
| Luminanza media mantenuta | Valore che assume la luminanza media del manto stradale nelle condizioni peggiori di invecchiamento ed insudiciamento dell'impianto di illuminazione. |
| Manutenzione | Attività che ha lo scopo di assicurare agli impianti un buon grado di affidabilità, garantendone nel tempo l'efficienza e la sicurezza sia elettrica, sia statica. |
| Manutenzione ordinaria | Esecuzione delle operazioni atte a garantire il corretto funzionamento di un impianto o di un suo componente e finalizzate al loro mantenimento in condizioni di efficienza. Gli interventi saranno effettuati in loco con l'impiego di attrezzature e materiali di consumo di uso corrente o con attrezzature a corredo degli apparecchi, secondo le specifiche previste nei manuali di uso e manutenzione. Sono compresi i soli ricambi specifici per i quali sia prevista la sostituzione periodica, quali lampade, accenditori, alimentatori, condensatori, fusibili, etc. |
| Manutenzione preventiva | Esecuzione delle operazioni di manutenzione volte a mantenere un adeguato livello di funzionalità e di rispetto delle condizioni di funzionamento progettuali, garantendo al contempo la massima continuità di funzionamento di un apparecchio o di un impianto limitando il verificarsi di situazioni di guasto. |
| Manutenzione programmata | L'insieme degli interventi per la sostituzione delle lampade e degli ausiliari elettrici in base alla loro durata di vita, compresa la pulizia degli apparecchi di illuminazione con esame a vista del loro stato di conservazione generale. |
| Manutenzione straordinaria | Tutti gli interventi necessari per opporsi al degrado degli impianti a seguito di usura o a danni causati da terzi o per forza maggiore. Comprende, pertanto, gli interventi necessari per ripristinare il funzionamento delle apparecchiature e dell'impianto non risolvibili con la manutenzione ordinaria. Comprende inoltre i lavori resisi necessari per motivi di sicurezza, per la riqualificazione tecnologica, l'adeguamento normativo. |
| Punto luce | Grandezza convenzionale riferita ad una lampada, preso come origine per le misure fotometriche e per l'esecuzione dei calcoli illuminotecnici. |
| Rendimento di un apparecchio di illuminazione | Rapporto tra il flusso luminoso totale emesso dall'apparecchio di illuminazione e il flusso emesso dalla lampada, o la somma dei flussi emessi dalle singole lampade in esso inserite. |
| Risparmio energetico | Minor consumo di energia elettrica da parte della sorgente luminosa, a parità del flusso luminoso emesso. |
| Sbraccio | Distanza misurata orizzontalmente fra l'estremità del braccio e l'asse del sostegno o il piano della muratura. |
| Sostegno | Supporto destinato a sostenere uno o più apparecchi di illuminazione, costituito da uno o più componenti: il palo, un eventuale braccio, una eventuale palina. |
| Tesata | Fune portante atta a reggere in sospensione uno o più apparecchi di illuminazione e i conduttori di alimentazione elettrica. |

B3 Illuminazione delle gallerie

Nella tabella che segue sono definiti termini usati nel settore dell'illuminazione delle gallerie.

| TERMINI PER L'ILLUMINAZIONE DELLE GALLERIE | |
|--|--|
| Voce | Definizione |
| Velocità di progetto [m/s] | Velocità adottata nel progetto della galleria o, se esiste un limite legale, velocità massima consentita per garantire un attraversamento in sicurezza della galleria. |
| Distanza di arresto [m] | Tratto di strada necessario per portare un veicolo che viaggia alla velocità di progetto al completo arresto in condizioni di sicurezza. Include sia la distanza coperta nel tempo di reazione, sia lo spazio di frenata. |
| Traffico giornaliero medio [veicoli/giorno] | Numero di veicoli rilevati nel periodo di massimo traffico, che transitano attraverso una sezione di una corsia per un tempo di giorni interi, di durata maggiore di un giorno e minore o uguale ad un anno, diviso per il numero di giorni di rilevazione. |
| Traffico orario medio [veicoli/h] | Flusso di traffico orario valutato quale rapporto fra il traffico giornaliero medio e la durata di 16 ore/giorno in cui si ritiene transitino il maggior numero di veicoli giornalieri. |
| Zona di accesso | Tratto di strada all'aperto immediatamente precedente al portale di ingresso della galleria, lungo il quale il guidatore deve essere in grado di vedere al suo interno. |
| Zona di rinforzo | Tratto di galleria entro cui l'impianto di illuminazione deve essere rinforzato durante le ore diurne, rispetto quelle notturne; essa comprende la zona di soglia e la zona di transizione. |
| Zona di soglia | Tratto dell'inizio della galleria, pari alla distanza di arresto aumentata di 1,5 volte l'altezza del fornice, lungo il quale l'illuminazione deve garantire un valore di luminanza tale da consentire al guidatore in avvicinamento di individuare eventuali ostacoli all'interno della galleria da una distanza pari a quella d'arresto. |
| Zona di transizione | Tratto di galleria successivo alla zona di soglia, lungo il quale i valori di luminanza vengono ridotti gradualmente per consentire all'occhio del conducente di adattarsi ai bassi livelli di luminanza della zona interna. |
| Zona interna | Tratto interno della galleria successiva alla zona di transizione, lungo la quale devono essere forniti valori di luminanza costante tali da consentire il percorso della galleria in sicurezza. |
| Zona di uscita | Tratto terminale della galleria dove, durante le ore diurne, la visibilità di un'automobilista che si accinge ad uscire dalla galleria è influenzata unicamente dalla luce esterna. |
| Zona immediatamente esterna | Tratto di strada all'aperto immediatamente dopo il portale di uscita della galleria. |
| Luminanza di soglia L_s | Valore medio della luminanza del tratto di carreggiata corrispondente alla zona di soglia. |
| Luminanza di transizione L_t | Valore medio della luminanza trasversale della carreggiata in un punto qualsiasi della zona di transizione. |

| | |
|---|--|
| Luminanza interna L_i | Valore medio della luminanza di un tratto di carreggiata della zona interna di una galleria. |
| Luminanza di uscita L_u | Valore medio della luminanza trasversale della carreggiata in un punto qualsiasi della zona di uscita. |
| Luminanza esterna L_e | Valore medio della luminanza del tratto di carreggiata situato immediatamente all'esterno della galleria, dopo l'uscita. |
| Luminanza di velo equivalente L_{seq} | Luminanza alla quale l'occhio del guidatore è soggetto a seguito della diffusione nel bulbo oculare delle luminanze perturbatrici di fonti luminose esterne. |
| Luminanza atmosferica L_{atm} | Luminanza perturbatrice della visione dovuta alla diffusione della luce negli starti dell'atmosfera compresa nella distanza di arresto. |
| Luminanza del parabrezza L_{par} | Luminanza perturbatrice della visione dovuta alla luce intercettata dal parabrezza di un veicolo. |
| Luminanza di velo L_v | E' la somma delle luminanze perturbatrici della visione dalla distanza di arresto di un oggetto tipo posto all'interno della galleria. |
| Sfarfallamento | E' il fenomeno fastidioso provocato dalla periodica e rapida comparsa e scomparsa di fonti luminose, o dei loro riflessi sulla carrozzeria dei veicoli nel campo visivo dei conducenti, per effetto di un'interdistanza non appropriata fra i centri luminosi. |
| Uniformità generale U_0 | Rapporto tra la luminanza minima e la luminanza media, calcolate o rilevate sulla superficie considerata. |
| Uniformità longitudinale U_l | Rapporto tra la luminanza minima e quella massima calcolate o rilevate lungo la mezzzeria di ciascuna corsia. |
| Incremento di soglia TI | E' la misura dell'abbagliamento prodotto dalla presenza dei centri luminosi nel campo visivo dell'osservatore ed è definito come la luminanza percentuale di cui occorre incrementare quella dello sfondo su cui si proiettano gli ostacoli affinché sia mantenuto il minimo contrasto di soglia (ovvero la più piccola differenza di luminanza percepibile fra ostacolo e sfondo in presenza del disturbo dei centri luminosi). |

LINEE GUIDA PER L'APPLICAZIONE DELLA L.R. 31/2000

**Indirizzi e disposizioni per
la prevenzione e la lotta all'inquinamento luminoso
e per il corretto impiego delle risorse energetiche**

Parte II

Situazione illuminotecnica nella Provincia di Torino

1 Introduzione

Nella Parte II della Guida vengono presentate le analisi dell'illuminazione pubblica di quattro Comuni della Provincia di Torino: per Chieri, Chiasso e Rivarolo i dati sono tratti dal Progetto Lumen realizzato dalla Regione Piemonte con alcuni completamenti attuali, mentre per Cuorigné l'indagine è stata preparata dalla Provincia di Torino.

Queste analisi hanno lo scopo da un lato di verificare, almeno parzialmente, la situazione esistente nella Provincia e dall'altro per disporre di un'esperienza, nel bene e nel male, su cui basare eventuali nuove indagini Provinciali.

Questi esempi potranno essere utili anche ai singoli Comuni, in quanto la preparazione del Piano regolatore dell'illuminazione dovrà essere preceduto da un'indagine sull'esistente, in modo da poter valutare gli interventi necessari con cognizione di causa. Così si potranno valutare quali apparecchi di illuminazione (ad esempio quelli aperti) e quali tipi di lampade (ad esempio le lampade a vapore di mercurio quando non occorra luce di colore bianco) andranno sostituite per primi, nonché valutare gli interventi manutentivi a scopo preventivo, come il ricambio delle lampade.

2 Analisi illuminotecniche in tre Comuni della Provincia

In allegato sono riportati i dati rilevati sugli impianti di illuminazione dei Comuni di Chieri (33000 abitanti), Chivasso (24000) e Rivarolo (12.000): i dati sono stati derivati dalle risultanze del Progetto Lumen, un'indagine sugli impianti di illuminazione di proprietà comunale attivato dalla Regione Piemonte nel 2000.

Si tratta di Comuni campione, i cui dati, anche se non completi, potranno essere utili per una valutazione di massima sulla Provincia e per i singoli Comuni in preparazione dei Piani regolatori dell'illuminazione.

Per Chieri e Chivasso le tabelle 2.1 e 2.2 riportano i seguenti dati.

- **Via** in cui l'impianto è installato.
- **Posa** dell'impianto.
- **Lampada** individuata come tipologia.
- **Apparecchio** individuato come tipologia e/o fabbricante.
- **Conservazione** dell'impianto.
- **Illuminamento** sulla strada, con confronto tra le prescrizioni normative e il valore misurato, quando esistente.

Nel caso del Comune di Rivarolo sono disponibili solo dati globali sugli impianti SOLE riportati nella tabella 2.3.

Si noti che nei tre casi vi sono impianti sia di proprietà comunale sia di SOLE, che ha preso in carico gli impianti un tempo di proprietà ENEL. La situazione è destinata ad una evoluzione in tempi rapidi.

3 Indagine nel Comune di Cuorné

L'analisi illuminotecnica nel Comune di Cuorné è stata effettuata autonomamente nell'ambito del programma che ha portato alla stesura della presente Guida.

Questo Comune è stato scelto in quanto situato a breve distanza (6 km) dall'osservatorio di Alpette, come si può verificare nella mappa di fig. 3.1. Scopo dell'indagine era il rilievo delle caratteristiche degli impianti di illuminazione, in modo da poter valutare il rapporto di emissione superiore.

L'indagine si presenta più completa delle precedenti per quanto riguarda l'analisi degli impianti di illuminazione: nella tabella 3.1 sono riportati i seguenti dati.

- **Via** in cui l'impianto è installato.
- **Proprietà** dell'impianto: comunale o SOLE se individuato con la lettera S.
- **Lampada** individuata come tipologia, numero e potenza.
- **Apparecchio** individuato come tipologia e/o fabbricante.
- **Potenza e flusso luminoso** nominale dell'impianto di illuminazione.
- **Flusso luminoso totale** emesso dall'impianto verso l'alto.

I dati provengono in parte da rilievi disponibili, che sono stati verificati, corretti e completati nel corso di alcune visite in loco anche con l'aiuto di fotografie degli impianti, di cui il fascicolo allegato riporta una selezione.

Mancano invece i rilievi sugli illuminamenti stradali, ma, come già segnalato, questo non era l'obiettivo dell'indagine. Ovviamente sarà opportuno completare il lavoro svolto con alcuni rilievi fotometrici se e quando il Comune di Cuorné vorrà adottare un Piano regolatore dell'illuminazione.

Dal computo della somma dei flussi luminosi generati e di quelli emessi direttamente emerge che un valore del rapporto di emissione superiore $R_n = 7,2\%$. Si tratta di una stima di massima, anche perché le singole emissioni sono state ricavate per via geometrica, non essendo disponibili rilievi fotometrici sui singoli tipi di apparecchio di illuminazione, e mancano anche i dati sui rendimenti degli apparecchi stessi. Ciò non ostante, il valore stimato di R_n non dovrebbe essere lontano dalla realtà, in quanto valutato sulla base di molti rilievi.

In base a questa valutazione, il Comune di Cuorné si troverebbe a metà strada tra le zone 2 e 3 della norma UNI 10819. Indipendentemente dalle scelte che la Regione Piemonte vorrà adottare in base alla L.R. 31/2000 ed in relazione alla attività astronomica locale, questo valore potrebbe anche soddisfare le esigenze dell'osservatorio di Alpette (fig. 3.3), in quanto questo è situato all'interno di quell'area urbana e non vede l'abitato di Cuorné a causa della situazione orografica (fig. 3.1): l'emissione diretta degli apparecchi di illuminazione di Cuorné non dovrebbe quindi essere di particolare disturbo.

Va comunque rilevato che con il rinnovo naturale programmato degli impianti di illuminazione che dovrà essere previsto nell'ambito del Piano regolatore dell'illuminazione non sarebbe affatto difficile far scendere il valore di R_n al di sotto del 5%, in modo da soddisfare le esigenze della zona 2 della norma UNI 10819.



Fig. 3.3 – Osservatorio di Alpette

Osservatorio astronomico affiliato all'UAI (Unione Astrofili Italiana)

- Località Alette (TO) – Via Senta 7, c/o Municipio di alette
- Quota 970 m s.l.m.
- Cupola: diametro 5 m
- Telescopio Newton – Cassagrain da 400 mm

L'osservatorio costruito nel 1987, ospita una scuola di astronomia che organizza attività didattiche, divulgative e di ricerca, nonché una mostra astrofotografica permanente.