

**Indice**

	<b>pagina</b>
Sommario	2
1 Scopo e campo di applicazione della Guida	3
2 Riferimenti	3
3 Piano regolatore dell'illuminazione comunale (PRIC)	4
4 Conformità a leggi e norme	5
4.1 Illuminazione pubblica	5
4.2 Illuminazione privata	5
5 Criteri illuminotecnici generali	7
6 Elementi guida per la preparazione del PRIC	9
6.1 Analisi dell'esistente	9
6.2 Classificazione delle strade	11
6.3 Livelli di illuminazione	11
6.4 Tipologia delle lampade e colore della luce	12
6.5 Guida ottica	12
6.6 Resa dei colori	14
6.7 Tipologia degli apparecchi di illuminazione	14
6.8 Ottimizzazione dei consumi energetici	14
6.9 Impianti sportivi	15
6.10 Illuminazione decorativa	15
6.11 Gallerie urbane e sottopassi	15
6.12 Limitazione del flusso luminoso emesso verso l'alto	16
6.13 Luce molesta	22
6.14 Insegne pubblicitarie	24
7 Esempi di PRIC	25
8 Competenze della Provincia	26
9 Metodi collaudi e verifiche	27
9.1 Grandezze fotometriche	27
9.2 Apparecchi di illuminazione	29
9.3 Impianti di illuminazione	29
9.4 Certificazione degli apparecchi di illuminazione	29
9.5 Caratteristiche fotometriche di un impianto di illuminazione	30
APPENDICE A – Valutazione degli impianti di illuminazione	32
A1 Premessa	32
A2 Calcolo dei parametri globali	32
APPENDICE B – Elementi per la preparazione del PRIC	35
B1 Premessa	35
B2 Analisi dell'esistente	35
B2.1 Proprietà degli impianti	35
B2.2 Tipologia delle lampade – Colore della luce	39
B2.3 Tipologia degli apparecchi di illuminazione e tipo di posa	39
B2.4 Flusso luminoso diffuso verso l'alto	40
B2.5 Riepilogo degli elementi sullo stato di fatto degli impianti esistenti	40
B3 Classificazione delle strade	40
B4 Livelli di illuminazione – Uniformità - Abbagliamento	41
B5 Tipologia delle lampade e colore della luce – Guida ottica – Resa dei colori	41
B6 Tipologia degli apparecchi di illuminazione	43
B7 Individuazione delle caratteristiche dei luoghi	46
APPENDICE C – Tipologie di apparecchi di illuminazione	47
APPENDICE D – Classificazione delle strade in base al traffico veicolare	55
APPENDICE E – Illuminazione decorativa	69
E1 Regole progettuali ed impiantistiche	69

**Sommario**

I presenti Documenti tipo sono stati preparati a cura della Provincia di Torino ai sensi della Legge n. 31/2000 della Regione Piemonte. Essi hanno 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 renderli edotti sui criteri di preparazione dei Piani regolatori dell'illuminazione (PRIC).

I documenti, che iniziano con la descrizione delle leggi e delle norme che regolano questo settore, proseguono con la discussione dei vari criteri illuminotecnici che riguardano i PRIC e dei passi necessari per l'analisi dell'esistente, la classificazione delle strade e la definizione dei parametri che caratterizzano i vari tipi di impianto di illuminazione.

Un esempio di PRIC è illustrato con riferimento alla situazione esistente in una città, che rappresenta un caso tipico della Provincia di Torino. Nell'esempio si mettono in evidenza gli elementi e i procedimenti descritti nelle sezioni precedenti. In particolare, la classificazione degli apparecchi di illuminazione viene facilitata da una serie di tabelle e di schemi grafici che ne descrivono le caratteristiche fotometriche.

Una sezione è dedicata ai compiti della Provincia, così come descritti dalla L.R. 31/2000. Le indicazioni, che riguardano in particolare gli aspetti metrologici relativi alle verifiche sugli impianti di illuminazione, potranno essere utili anche agli uffici tecnici dei Comuni.

In chiusura vengono descritti i criteri da adottare per l'illuminazione decorativa, che costituisce un punto essenziale per garantire la fruibilità di una città di notte.

## 1 Scopo e campo di applicazione della Guida

Scopo del presente documento è fornire una guida per la preparazione del Piano regolatore dell'illuminazione comunale (PRIC), documento che classifica le strade del Comune dal punto di vista illuminotecnico e ne indica i criteri impiantistici essenziali, al fine di pianificare l'illuminazione pubblica ed in modo da assicurare la sicurezza per tutti i cittadini, minimizzando nel contempo consumi energetici e costi di installazione e di gestione nel rispetto delle leggi e delle norme in materia.

La presente Guida è indirizzata a tutti i comuni della Provincia di Torino, sia pure con interventi differenziati a seconda del numero di abitanti. La L.R. 31/2000 prevede l'obbligo di approvare il PRIC per i Comuni con più di 50000 abitanti, con facoltà di farlo per quelli con più di 30000. Tuttavia, come indicato in tabella 1, in tutti i Comuni, anche in quelli più piccoli, è utile predisporre un Piano, anche in forma semplificata, in quanto ciò permette di ottimizzare prestazioni e costi, nonché di programmare investimenti per nuovi impianti e cicli di manutenzione.

**Tabella 1**

<b>Piani della luce</b>			
<b>Tipo di piano</b>	<b>Abitanti nei comuni</b>		
	Più di 50000	Tra 30000 e 50000	Meno di 30000
Piano regolatore della luce	Obbligatorio	Facoltativo	-
Piano della luce semplificato	-	Consigliato	

Il presente documento non riguarda invece le prescrizioni sugli impianti elettrici di alimentazione, che dovranno essere conformi alle leggi ed alle norme in materia.

## 2 Riferimenti

- [1] Linee guida della Provincia di Torino
- [2] LR 31/2000 "Disposizioni per la prevenzione e lotta all'inquinamento luminoso e per il corretto impiego delle risorse energetiche"
- [3] Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992 "Nuovo Codice della Strada"
- [4] Decreto legislativo 360/93 "Disposizioni correttive ed integrative del Codice della Strada" approvato con Decreto legislativo n. 285 del 30-4-1992
- [5] DM MLLPP 9 marzo 2000
- [6] Norma UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato", 2001
- [7] Norma UNI 10819 "Limitazione del flusso luminoso emesso verso il cielo", 1999
- [8] CIE 115 "Recommendations for the lighting of roads for motor and pedestrian traffic", 1995
- [9] prEN 13201 "Road lighting", 2003
- [10] CIE 88 "Guide for the lighting of road tunnels and underpasses", 1990
- [11] Bozza di norma UNI "Illuminazione delle gallerie stradali", 2003

### **3 Piano regolatore dell'illuminazione comunale (PRIC)**

Gli obiettivi del PRIC possono essere riassunti come segue.

- Sicurezza dei cittadini.
- Sicurezza del traffico.
- Miglioramento della viabilità.
- Fruizione dell'ambiente cittadino di notte.
- Contenimento della luce molesta.
- Minimizzazione dei consumi energetici.
- Ottimizzazione dei costi di esercizio.
- Contenimento della luce emessa verso l'alto.
- Programmazione degli orari di accensione e di parzializzazione.
- Programmazione degli interventi impiantistici.
- Basi uniformi per la progettazione.

Beneficiano del PRIC i cittadini in termini di sicurezza e di fruizione delle città notturne, in un contesto che porta alla minimizzazione dei costi che ricadono su tutti.

Nel capitolo che seguono della presente Guida i vari argomenti saranno ripresi, con le indicazioni del caso per gli adempimenti richiesti dalla L.R. 31/2000 alla Provincia di Torino ed ai Comuni.

## **4 Conformità a leggi e norme**

Il presente documento completa le Linee guida della Provincia di Torino [1], a cui si rimanda per quanto riguarda i parametri ed i componenti illuminotecnici ed impiantistici. Il PRIC deve essere conforme alle leggi:

- LR 31/2000 [2]
- Codice della strada [3]
- Decreto legislativo 360/93 [4]
- DM MLLPP 9 marzo 2000 [5]

nonché alle norme:

- Norma UNI 10439 "Requisiti illuminotecnici delle strade con traffico motorizzato", 2001 [6]
- Norma UNI 10819 "Limitazione del flusso luminoso emesso verso il cielo", 1999 [7]

Tutti i testi normativi hanno come criterio ispiratore la sicurezza del traffico e degli utenti della strada, siano essi automobilisti, ciclisti o pedoni.

La norma UNI 10439 riguarda la sola illuminazione delle strade con traffico motorizzato. Per quanto riguarda le strade a traffico misto (ciclisti, pedoni, giardini, ecc.), non contemplate dalla UNI 10439, ci si riferisce alla bozza di norma europea:

- prEN 13201 [9]

in corso di pubblicazione, che è derivata dalla pubblicazione CIE 115 [8].

Per quanto riguarda infine gallerie e sottopassi urbani, il DM MLLPP 9 marzo 2000 [5] ne richiede la conformità a:

- CIE 88 [10]

di cui si prevede l'aggiornamento entro il 2003. Si segnala in proposito che vedrà presto la luce una norma UNI [11], che seguirà l'aggiornamento in corso della CIE 88.

### **4.1 Illuminazione pubblica**

L'illuminazione pubblica ricade in linea prioritaria sotto la L.R. 31/2000 e deve inoltre essere conforme alle norme UNI 10439 e 10819.

### **4.2 Illuminazione privata**

All'art. 3, comma 1, la L.R. 31/2000 recita "Tutti gli impianti di illuminazione di nuova realizzazione o in rifacimento dovranno essere adeguati alle norme tecniche dell'Ente italiano di unificazione (UNI) e del Comitato elettrotecnico italiano (CEI) .... ". Non vi è quindi dubbio che anche gli impianti di illuminazione di proprietà privata ricadano sotto la L.R. 31/2000, nei limiti di una loro approvazione da parte del Comune.

I Comuni possono far obbligo del rispetto delle indicazioni contenute nelle linee guida della Provincia di Torino per l'applicazione della L. R. 31/2000 ai richiedenti concessione edilizia per immobili soggetti alle prescrizioni della legge 46/90 ove sia prevista l'illuminazione di spazi esterni di pertinenza dello stesso immobile.

Infatti, come cita il comma 3 dell'art. 1 del DPR 6/12/91 n. 447 – Regolamento di attuazione della legge 46/90 – “nell’ambito degli impianti elettrici rientrano anche quelli posti all’esterno di edifici se gli stessi sono collegati ad impianti elettrici posti all’interno. Gli impianti luminosi pubblicitari rientrano altresì nello stesso ambito qualora siano collegati ad impianti elettrici posti all’interno”. Tra gli altri sono infatti soggetti all’applicazione della legge 46/90 gli impianti di produzione, di trasporto, di distribuzione e di utilizzazione dell’energia elettrica relativi agli edifici adibiti ad uso civile, ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi (ad esempio studi e laboratori medici, luoghi di culto, e quanto previsto ai commi 1 e 2 dell’art. 1 del DPR 6/12/91 n. 447). Nello specifico è fatto obbligo il deposito del progetto dell’impianto elettrico presso gli uffici tecnici comunali nei seguenti casi:

- per tutte le utenze condominiali di uso comune aventi potenza impegnata superiore a 6 kW; per gli impianti effettuati con lampade fluorescenti a catodo freddo, collegati ad impianti elettrici, per i quali è obbligatorio il progetto e in ogni caso per impianti di potenza complessiva maggiore di 1200 VA rese dagli alimentatori;
- per gli impianti elettrici relativi agli immobili adibiti ad attività produttive, al commercio, al terziario e ad altri usi, quando le utenze sono alimentate a tensione superiore a 1000 V, inclusa la parte in bassa tensione o quando le utenze sono alimentate in bassa tensione qualora la superficie superi i 200 m<sup>2</sup>.

I Comuni possono pertanto obbligare i richiedenti a presentare, unitamente al progetto dell’impianto elettrico dell’area esterna di pertinenza dell’immobile, il progetto illuminotecnico dell’impianto di illuminazione o dell’impianto pubblicitario luminoso, conforme alle prescrizioni sui livelli di illuminamento ed al rapporto di emissione superiore R per le aree verdi, parchi, giardini e parcheggi contenute nelle linee guida della Provincia di Torino per l’applicazione della L. R. 31/2000.

Quanto sopra vale anche per i proponenti di strumenti urbanistici esecutivi quali ad esempio PIP, piano per gli insediamenti produttivi, e PEC, piano esecutivo convenzionato, ove viene presentato il progetto delle opere di urbanizzazione delle aree, tra cui l’impianto di illuminazione. Nel caso dei PIP il progetto, oltre ad essere conforme alle prescrizioni sui livelli di illuminamento ed al rapporto di emissione superiore R per le aree verdi, parchi, giardini e parcheggi (che possono essere presenti all’interno dell’insediamento) contenute nelle linee guida della Provincia di Torino per l’applicazione della L. R. 31/2000, deve anche esserlo alla normativa vigente per l’illuminazione delle aree esterne ai luoghi di lavoro.

## 5 Criteri illuminotecnici generali

Il livello di illuminazione di una strada è condizionato da numerosi fattori, quali:

- sicurezza individuale;
- intensità del traffico motorizzato;
- tipologia della strada;
- edifici illuminati a fianco della strada;
- presenza di ciclisti e/o pedoni;
- negozi e aree commerciali;
- zone alberate e giardini;
- limitazione della luce molesta;
- limitazione del flusso luminoso diretto verso l'alto.

Questi fattori si possono ritrovare nella classificazione dei percorsi descritta al punto 4.1 delle Linee Guida [1] e qui riportata in tabella 2. In termini di livelli di illuminazione, si devono identificare preliminarmente le seguenti classificazioni illuminotecniche.

- **Strade a prevalente traffico motorizzato.** I livelli di illuminazione vengono assegnati in termini di luminanza, ossia di luce riflessa dal manto stradale. Il criterio illuminotecnico adottato è giustificato dalla necessità di rilevare tempestivamente la presenza di un ostacolo sulla strada per permettere a chi guida un autoveicolo di intervenire con una manovra correttiva e garantire quindi la sicurezza della circolazione.
- **Strade con presenza di pedoni o traffico misto.** In questo caso ciò che conta è l'illuminamento del fondo stradale, ossia la luce che vi cade sopra, a cui va aggiunto l'illuminamento sul piano verticale, nei casi in cui sicurezza e comfort visivo richiedono che viandanti ed oggetti possano essere riconosciuti, e non soltanto percepiti.

Naturalmente, nelle due tipologie di cui sopra non ci si può limitare a richiedere un valore minimo, di luminanza o di illuminamento: la miglior utilizzazione delle risorse presuppone una graduazione dei livelli a seconda della natura e dell'importanza delle strade, senza con questo ledere i criteri di sicurezza.

In tutti gli spazi urbani un buon impianto di illuminazione riduce il livello di criminalità, contribuendo così nuovamente alla sicurezza individuale. A questo proposito conviene citare che recenti esperienze hanno dimostrato che una buona prevenzione da atti criminosi si ottiene con livelli di illuminazione adeguati, anche superiori a quelli prescritti dalle norme.

Tabella 2

Classificazione illuminotecnica delle strade e dei percorsi										
Norma	N.	Strada o percorso	Classe		Luminanze [cd/m <sup>2</sup> ]	Illuminamenti [lx] <sup>(1)</sup>		Uniformità [%]		TI [%] <sup>(5)</sup>
			UNI	CEN		Orizzontali	Verticali <sup>(2)</sup>	U <sub>0</sub> <sup>(3)</sup>	U <sub>l</sub> <sup>(4)</sup>	
UNI 10439 CEN 13201	1	Autostrade urbane	A	M1	2,0	35	-	0,4	0,7	10
	2	Scorrimento veloce	D1							
	3	Scorrimento	D2	M2	1,5	20				
	4	Interquartiere	E1							
	5	Quartiere	E2	M3	1,0	15				
	6	Locale interzonale	F	M4	0,8	10				
	7	Locale		M5	0,5	7,5				
	8	Marciapiedi	-	Luminanze e illuminamenti ≥ 30% di valori stradali						0,2
CEN 13201	9	Portici	-	P1	-	20	7,5	-		
	10	Piste ciclabili		P2		10				
	11	Pedonale		P3		7,5	3,0			
	12	Aree verdi								
	13	Aree di parcheggio							P4	5,0
CIE 88	14	Gallerie e sottopassi	Vedere la pubblicazione CIE 88							

(1) Valore di riferimento per il collaudo che viene effettuato in base al valore degli illuminamenti

(2) Illuminamento verticale minimo a 1,5 m di altezza

(3) Uniformità globale U<sub>0</sub> - rapporto tra illuminamento/luminanza minima e media su un tratto stradale significativo

(4) Uniformità longitudinale U<sub>l</sub> - rapporto tra illuminamento/luminanza minima e massima lungo la mezzzeria di ciascuna corsia

(5) Incremento di soglia di visibilità causato dall'abbagliamento debilitante

## 6 Elementi guida per la preparazione del PRIC

La preparazione di un PRIC prevede alcuni passi, di volta in volta analitici sulla situazione esistente e progettuali per nuovi impianti, identificabili come segue.

- Analisi dell'esistente
- Classificazione delle strade
- Definizione dei livelli di illuminazione
- Tipologia delle lampade e colore della luce
- Guida ottica
- Resa dei colori
- Tipologia degli apparecchi di illuminazione
- Illuminazione decorativa
- Ottimizzazione dei consumi energetici
- Impianti sportivi
- Luce molesta
- Flusso luminoso emesso verso l'alto

Le operazioni relative ai vari passi sono descritte nei punti da 6.1 a 6.14 ed illustrate in tabelle e tavole. Viene inoltre fornito un esempio di realizzazione di un PRIC, in modo da facilitare la comprensione di criteri e modalità di esecuzione. In proposito, si è presa in esame una città con dimensioni limitate, rappresentativa della maggior parte dei comuni della Regione Piemonte. Dovendo necessariamente riferirsi ad una planimetria, si è adottata quella della città di Cuorné, che è analizzata nelle Linee Guida della Provincia [1] ed illustrata nelle tavole allegate: ciò non significa naturalmente che le soluzioni descritte più sotto a titolo di esempio debbano in qualunque modo condizionare le scelte che potrà operare il comune di Cuorné, anche perché le ipotesi su cui si è basati non è detto corrispondano alla realtà locale ed alle esigenze che ne derivano, a livello sia del traffico sia dell'illuminazione.

### 6.1 Analisi dell'esistente

Alla base di ogni PRIC c'è la conoscenza di quanto esiste, in modo da poter predisporre il piano con conoscenza di causa e poter valutare interventi e costi.

Occorre quindi analizzare la struttura degli impianti di illuminazione esistenti, inserendo le loro caratteristiche in tabelle e posizionandoli su una pianta della città. I dati da registrare devono almeno comprendere quanto sotto indicato ed illustrato nelle tabelle e nelle tavole allegate come esempio.

- **Proprietà degli impianti.** (Tavola B1) Possono essere ad esempio di proprietà del Comune, dell'ENEL o di altri gestori.
- **Tipologia delle lampade.** Occorre identificare l'esistente in base all'elenco di tabella 3 e al punto 6.4 in vista di interventi sostitutivi orientati ad ottimizzare i consumi energetici con lampade con maggior efficienza luminosa (Tavola B2).
- **Colore della luce.** Il colore della luce dipende dal tipo di lampada (tabella 3). E' però conveniente metterlo in evidenza separatamente in quanto esso può essere usato nel PRIC ai fini di guida ottica o per garantire una buona resa dei colori, come nei centri storici, nelle vie a carattere commerciale o per l'illuminazione di opere d'arte (Tavola B2). Vedere in proposito il punto 6.5.
- **Tipologia degli apparecchi di illuminazione.** Suddivisione degli apparecchi in classi: stradali, proiettori, lanterne, ecc., come atto preliminare per le valutazioni descritte nel seguito (Tavola B3): vedere in proposito il punto 6

Tabella 3

Tipologia delle lampade						
N.	Lampada	Colore della luce	Efficienza luminosa	Temperatura di colore	Indice di resa dei colori	Commenti
1	Incandescenza	bianco	15	2800	100	Inadatte per l'illuminazione pubblica a causa della bassa efficienza e vita
2	Incandescenza con alogeni		22	3200		
3	Tubi fluorescenti		80-100	3000-6000	80-95	Indicate soltanto quando sia necessario assicurare la riaccensione istantanea
4	Vapore di mercurio ad alta pressione	giallo spettrale	60	-	50	Adatte dove si voglia luce bianca con costi inferiori alle lampade ad alogenuri di cui a 8
5	Vapore di sodio a bassa pressione		180		-	Inadatte per l'illuminazione pubblica. La luce monocromatica riduce comfort e sicurezza.
6	Vapore di sodio ad alta pressione		100-130		25	Le migliori per l'illuminazione stradale a causa della alta efficienza luminosa e vita
7	Come 6 con resa dei colori migliorata	giallo	80	-	65	Più adatte delle lampada 6 per le aree commerciali
8	Come 6 a luce bianca	bianco	50-60	3500-6000	80	Non molto indicate per l'illuminazione pubblica
9	Vapori di alogenuri ad alta pressione		80		80-90	Illuminazione di spazi commerciali, pedonali, ricreativi, nonché giardini e monumenti
10	Ad induzione		60-70		-	-
11	LED		100?	-	-	Saranno disponibili tra qualche anno con vita ed efficienza molto elevate

- **Livelli di illuminazione ed uniformità.** Per verificare la conformità alle norme è opportuno rilevare gli illuminamenti, sul piano stradale ed anche sul piano verticale a seconda della strada, almeno in alcune situazioni considerate tipiche: vedere in proposito il punto 6.3. Ci si potrà avvalere di un semplice luxmetro o ricorrere ad un professionista nel settore dell'illuminotecnica.
- **Flusso luminoso disperso verso l'alto.** Ai fini della limitazione del flusso luminoso emesso verso l'alto occorre valutare il rapporto di emissione superiore. Per una prima valutazione si possono usare gli schemi delle tabelle in Appendice C, ma certamente per un calcolo completo si dovranno richiedere dati ai costruttori degli apparecchi. Se questi non fossero disponibili a causa ad esempio della vetustà dell'apparecchio, si potrà far ricorso a dati misurati o valutati su apparecchi simili. Per i criteri di classificazione si veda il punto 6.12.

## 6.2 Classificazione delle strade

Occorre classificare vie e strade dal punto di vista illuminotecnico. Le strade con traffico motorizzato sono definite nelle leggi in materia [3][4] e trovano riscontro nella norma UNI 10439. Le altre categorie di percorso a traffico misto (piste ciclabili, zone pedonali, giardini, ecc.) sono conformi alla bozza di norma CEN [6] in corso di pubblicazione. Entrambi i tipi di strada sono descritti sommariamente nella tabella 2.

Per i Comuni che hanno adottato il Piano urbano del traffico (PUT), come quello riportato nella tavola B4 a titolo di esempio, è opportuno riferirsi alla classificazione delle strade adottata per detto piano, completandola eventualmente con le tipologie di percorsi ivi non previste. Non è detto però che la classificazione illuminotecnica per il PRIC coincida completamente con quella del traffico. Ciò vale per esempio nelle strade che il piano del traffico ha suddiviso in segmenti con classi diverse ed in cui viceversa si ritiene opportuno garantire la continuità dell'illuminazione lungo l'intero percorso: si tratta in sostanza di elevare il livello di illuminazione di tutti i segmenti a quello del segmento più illuminato. Altro caso sono i centri storici e quelli commerciali, in cui il Comune può decidere di adottare livelli di illuminazione superiori a quelli che le norme attribuirebbero alle categorie di strade indicate nel PUT.

Nella tavola B4 viene illustrato il caso di un comune che ha deciso di non riferirsi completamente al PUT per la definizione del PRIC.

I Comuni che non sono obbligati a predisporre il PUT possono limitarsi ai fini del PRIC ad una classificazione puramente illuminotecnica delle strade secondo criteri che si basano sulle esigenze del traffico e sulla fruizione delle strade di notte.

## 6.3 Livelli di illuminazione

L'apporto dell'illuminazione pubblica alla sicurezza individuale è fondamentale: Gli impianti di illuminazione pubblica devono quindi essere realizzati in conformità alle prescrizioni illuminotecniche della normativa nazionale ed internazionale per quanto riguarda illuminamenti e luminanze,. Vi è a questo proposito da osservare che per la maggioranza delle tipologie di strade e di percorsi le misure ottenute orizzontalmente a livello del piano stradale costituiscono un sufficiente sostegno alla sicurezza individuale: un buon illuminamento orizzontale è la condizione necessaria per scoraggiare le azioni criminose. Fanno eccezione le aree prevalentemente pedonali, per le quali ai livelli di illuminamento orizzontale previsti, meno elevati che per le strade con traffico veicolare, deve essere associato un livello minimo di illuminamento verticale, in modo da permettere di riconoscere agevolmente le persone. Ciò vale anche per i parcheggi, in cui la presenza di pedoni deve essere tenuta in giusta considerazione.

I livelli illuminotecnici minimi per le varie tipologie di strade sono riportati in tabella 2. Ad essi sono associati i valori minimi dei rapporti di uniformità globale  $U_0$  (rapporto fra illuminamento, o luminanza, minimo e medio su un tratto stradale significativo) e, quando previsto, di quella longitudinale  $U_l$  (rapporto fra illuminamenti, o luminanze, minimo e massimo lungo la mezzera di ciascuna corsia): si tratta di parametri che, insieme ai livelli minimi, concorrono alla sicurezza del traffico e degli utilizzatori.

La tabella 2 riporta inoltre indicazioni sul contenimento dell'abbagliamento soltanto per le strade con traffico motorizzato (tipi da 1 a 7 nella tabella 2), in quanto nelle altre strade l'abbagliamento assume aspetti meno rilevanti per la sicurezza della circolazione. Quest'ultimo criterio vale anche per le strade più propriamente cittadine e soprattutto nei centri storici, mentre viceversa per le strade pedonali e per le aree verdi si ritiene opportuno contenere l'abbagliamento, così come indicato in tabella 2, in modo da garantire un miglior comfort visivo in zone destinate ad intrattenimento.

Per le strade da A a F [6] della UNI 10439, il cui requisito primario è la luminanza minima del piano stradale, la tabella 2 riporta anche i valori minimi dell'illuminamento che devono essere verificati all'atto del collaudo e dei controlli periodici sull'impianto: in questo modo ci si sgancia dalle caratteristiche del manto stradale, che non ricadono sotto la responsabilità del progetto illuminotecnico. I valori degli illuminamenti sono stati calcolati da quelli prescritti per la luminanza supponendo un manto stradale di tipo C2 [6] con coefficiente medio di luminanza  $Q_0$  pari a  $0,07 \text{ cd} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{lx}^{-1}$ .

I livelli di cui alla tabella 2 devono essere intesi come minimi mantenuti durante tutta la vita dell'impianto, restando la facoltà dei Comuni di aumentarli in funzione di condizioni particolari.

#### **6.4 Tipologia delle lampade e colore della luce**

Le tipologie di lampade esistenti sul mercato e le loro caratteristiche principali sono descritte al punto 6.2 delle Linee Guida della Provincia di Torino [1] e riportate qui nuovamente nella tabella 3.

La lampada a vapore di sodio a bassa pressione (tipo 5) è riportato nella tabella 3 per completezza, ma il suo impiego non è prevedibile in ambito cittadino in quanto, emettendo luce praticamente monocromatica, non permette alcuna resa dei colori e produce una illuminazione con comfort visivo insufficiente, peggiorando la sicurezza.

Per adeguarsi ai criteri di risparmio energetico, resa dei colori e contenimento dell'inquinamento luminoso, il presente piano prevede l'impiego delle lampade 6, 7 e 8 della tabella 2 nei nuovi impianti e nel rifacimento di quelli esistenti.

#### **6.5 Guida ottica**

Il colore della luce è utile anche per differenziare i tipi di strade, associandole ad un colore in funzione di guida ottica per l'utenza. In particolare, si suggerisce di adottare per il PRIC le associazioni colore-strada riportate nella tabella 4.

Il colore della luce può essere bianco o giallo e dipende sostanzialmente dal tipo di lampada. La disponibilità di due colori e di numerosi tipi di lampade può essere utilizzata da un lato per differenziare i percorsi in funzione di guida ottica per l'utenza e dall'altro per assicurare una conveniente resa dei colori (punto 6.6), non associabile semplicemente alla presenza di luce "bianca" ed al concetto di temperatura di colore, peraltro anomalo per le lampade a scarica

Tabella 4

<b>Guida ottica e resa dei colori</b>				
<b>N.</b>	<b>Tipologia di strada</b>		<b>Colore della luce consigliato</b>	<b>Lampade (tab. 2)</b>
	<b>Descrizione</b>	<b>Classi (tab. 1)</b>		
1	Strade con traffico motorizzato	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	giallo	6
2	Controviali, se esistenti, nel caso 1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	bianco	4, 8, 9
3	Strade con traffico misto	10, 13	giallo	6
4	Pedonali	9, 11, 12	bianco	4, 8, 9
5	Strade in zone monumentali o di pregio particolare	Tutte	secondo la resa dei colori richiesta	6, 7, 8, 9
6	Gallerie o sottopassi	14	giallo	6

Tabella 5

<b>Classificazione delle zone secondo la norma UNI 10189</b>				
<b>Zona</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Commenti</b>	<b>R<sub>n</sub> [%]</b>	<b>Raggio [km]</b>
1	Zona altamente protetta ad illuminazione limitata (esempio: osservatori astronomici di rilevanza internazionale).	In Piemonte non esistono osservatori internazionali. Tuttavia, la Regione potrebbe prevedere la zona 1 vicino a parchi nazionali, ecc. (LR 31/2000, art. 7)	1	5
2	Zona protetta intorno alla zona 1 o intorno ad osservatori a carattere nazionale e/o di importanza divulgativa.	In Piemonte esistono numerosi osservatori divulgativi, che la Regione, previa verifica sulla loro operatività, potrebbe inserire in zona 2 (LR 31/2000, art. 7)	5	5 - 25
3	Territorio non classificato nelle zone 1 e 2	In Piemonte risulta essere la situazione normale	10	-

Nella scelta del colore occorre valutare anche i costi delle lampade e dei loro ausiliari elettrici, i consumi energetici conseguenti alla efficienza luminosa, nonché i costi della manutenzione, ai quali non è estranea la vita utile prevista per ogni tipo di lampada.

## **6.6 Resa dei colori**

Per l'illuminazione nelle zone di particolare pregio, in quelle pedonali e/o in presenza di monumenti, la scelta delle lampade deve essere basata sulla resa dei colori, come indicato nella tabella 4. Ciò significa in particolare che nelle zone a carattere commerciale dovranno essere escluse le lampade dei tipi 4, 5 e 6 di tabella 3, ma soprattutto in presenza di monumenti la scelta ricadrà preferibilmente sulla luce bianca, con tipologia di lampade derivante dalla resa dei colori richiesta. Le lampade ad incandescenza (tipi 1 e 2 di tabella 3) non devono trovare impiego se non in casi particolari a causa sia della loro ridotta efficienza luminosa e sia della vita utile piuttosto breve: restano le lampade ad alogenuri che assicurano una resa dei colori molto buona, sia pure con efficienza luminosa e vita utile inferiori con costi superiori, ma tollerabili, rispetto alle lampade a vapore di sodio ad alta pressione.

## **6.7 Tipologia degli apparecchi di illuminazione**

La tipologia degli apparecchi di illuminazione dipende dalla applicazione cui sono destinati. Sostanzialmente, si possono suddividere in stradali, proiettori, lanterne, sottogronda, ecc. Naturalmente, il PRIC deve, quando necessario, individuare e prescrivere nelle varie zone gli apparecchi solo a grandi linee, lasciando poi la scelta del tipo di apparecchio ai progetti specifici per le varie strade. Tuttavia, in casi particolari (ad esempio, continuità di illuminazione con strade vicine, arredo urbano, ecc.), il Comune può anche prescrivere un modello specifico di apparecchio.

Attenzione nella scelta degli apparecchi va prestata alle caratteristiche fotometriche, soprattutto per quanto riguarda il rendimento ed il fattore di utilizzazione, in quanto da questi parametri dipende l'ottimizzazione dei consumi energetici (punto 6.8) e il rapporto di emissione superiore (luce emessa verso l'alto, punto 6.9).

## **6.8 Ottimizzazione dei consumi energetici**

Le esigenze di contenimento dei consumi energetici devono essere considerate nella scelta delle tipologie di lampade e di apparecchi di illuminazione previste dal PRIC, in conformità con i livelli di illuminazione necessari per garantire la sicurezza e con i colori della luce previsti in funzione di guida ottica e/o resa dei colori.

E' inoltre necessario valutare la possibilità di parzializzazione degli impianti mediante regolatori di flusso luminoso. La norma UNI 10439 [6] permette una riduzione dei livelli di illuminazione fino al 50% dei valori previsti in tabella 2 nelle ore notturne di minor traffico, a condizione che l'Amministrazione Comunale conceda la relativa autorizzazione dopo aver verificato che la sicurezza non ne risenta. Il PRIC deve quindi prevedere l'installazione di regolatori di flusso luminoso quando ciò sia necessario.

L'installazione dei regolatori è comunque utile in quanto permette di aumentare la vita utile delle lampade, riducendo i costi di manutenzione: ciò vale in particolare per le lampade a vapore di sodio ad alta pressione.

Si noti che la parzializzazione degli impianti nelle ore di minor traffico migliora la compatibilità dell'illuminazione con le osservazioni astronomiche più di ogni altro intervento sugli apparecchi di illuminazione.

## 6.9 Impianti sportivi

L'illuminazione di impianti sportivi richiede una resa dei colori molto buona, in modo da permettere senza difficoltà la percezione di quanto fa parte del gioco (ad esempio, la pallina da tennis, ma anche i limiti del campo). Occorre quindi prevedere l'adozione di lampade a ioduri metallici o, quando l'illuminazione dovesse essere attivata molto raramente (come per i piccoli impianti a carattere amatoriale), anche di lampade ad alogeni: infatti, il maggior consumo energetico viene in questi casi compensato dal minor costo di installazione dell'impianto.

Si noti che questo tipo di impianto è considerato in deroga dalla L.R. 31/2000 e non occorre quindi valutarne il flusso luminoso emesso verso l'alto. Tuttavia, per i Comuni piemontesi che fossero classificati in zona 1 in quanto vicini ad un parco nazionale conviene evitare di illuminare gli impianti sportivi, a meno di specifica deroga dovuta ad esempio a motivi turistici: si veda in proposito l'illuminazione delle piste sciistiche.

## 6.10 Illuminazione decorativa

L'illuminazione decorativa può richiedere impianti anche molto diversificati a seconda dell'oggetto che deve essere illuminato (monumento, edificio, piazza, ecc.). Di solito, la potenza assorbita dagli impianti di illuminazione decorativa costituisce una piccola frazione di quella richiesta globalmente per l'illuminazione pubblica. Non rivestono quindi grande rilievo parametri come consumi energetici e luce emessa verso l'alto, anche perché si tratta di impianti di illuminazione sottoposti ad orario regolamentato, ossia parzializzati o spenti ad una cert'ora della notte, e/o sottoposti a tutela: in entrambi i casi devono quindi essere considerati in deroga alla L.R. 31/2000.

Possono quindi essere anche adottati apparecchi di illuminazione tradizionali, prestando però attenzione ai tipi con caratteristiche illuminotecniche migliorate. In proposito è opportuno considerare ad esempio lanterne in cui sono stati introdotte ottiche dotate di riflettore atto a ridurre sia i consumi energetici, sia il flusso luminoso emesso verso l'alto.

## 6.11 Gallerie urbane e sottopassi

L'illuminazione delle gallerie urbane e dei sottopassi ricade nel campo della pubblicazione CIE 88 [10]. I livelli di illuminazione che è necessario garantire in un sottopasso dipendono sostanzialmente da tre parametri:

- luminanza nella zona di accesso al sottopasso determinata in base alla luminanza di velo valutata alla distanza di arresto da ogni fornice;
- distanza di arresto, che a sua volta dipende dalla velocità massima ammessa;
- flusso del traffico.

Deve essere notato che i livelli di illuminazione previsti dalla CIE devono essere assolutamente garantiti: infatti, le esigenze di sicurezza sono ancora più impellenti nell'ambiente cittadino, in cui la presenza dei pedoni richiede particolare attenzione alla visibilità degli ostacoli.

La progettazione degli impianti di illuminazione per le gallerie ed i sottopassi è piuttosto complessa ed è comunque diversa da caso a caso. Non essendo quindi possibile una classificazione unica, questo problema non viene affrontato nella presente Guida: per le valutazioni in merito si consiglia di rivolgersi ad un professionista in questo settore.

## 6.12 Limitazione del flusso luminoso emesso verso l'alto

In conformità a quanto previsto dall'art. 8 della LR n. 31/2000, la Regione Piemonte "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". Nella redazione di questo elenco la Regione tiene conto della presenza di osservatori astronomici, di aree protette e di punti di osservazione panoramici e monumentali.

Ciascun Comune dovrebbe quindi conoscere dalla Regione la propria zona di appartenenza. Nelle more dell'approvazione da parte della Regione delle varie aree con diversa sensibilità all'applicazione della legge, ciascun Comune può individuare la propria situazione tenendo conto della descrizione delle zone della UNI 10819, riportata nella tabella 5.2 delle Linee Guida della Provincia [1] e ripetuta qui con ulteriori commenti nella tabella 5. Si tenga conto che, non esistendo in Piemonte osservatori astronomici a livello internazionale, solo pochi Comuni limitrofi a parchi nazionali potrebbero essere classificati dalla Regione in zona 1.

Per facilitare scelte impiantistiche e valutazioni del flusso luminoso emesso verso l'alto in base al rapporto di emissione superiore  $R_n$ , è bene identificare gli impianti di illuminazione in base alla classificazione della UNI 10819 riportata in tabella 6.

Come segnalato al punto 1, ciascun Comune deve decidere quale tipo di piano adottare tra quelli indicati in tabella 1, in funzione del numero dei suoi abitanti e/o di considerazioni locali. Per i comuni con meno di 30000 abitanti, la scelta del Piano semplificato suggerito, ma non imposto, nella UNI 10819 e qui riportato in tabella 7 è di più facile ed immediata stesura, al prezzo di una maggiore rigidità nelle scelte impiantistiche, in quanto le limitazioni al flusso luminoso emesso verso l'alto (rapporto di emissione superiore  $R_n$ ) riguardano ogni singolo impianto e non la media di tutti gli impianti cittadini. Un PRIC completo permette invece scelte impiantistiche più flessibili e più vantaggiose per la fruizione della città nelle ore notturne.

In sostanza, per il PRIC la UNI 10819 prescrive i limiti per il rapporto di emissione superiore  $R_n$  per l'intera città, ottenuto quindi come media dei rapporti di emissione superiore dei singoli impianti: in questo modo si permette ad esempio di illuminare un monumento di altezza rilevante, come una torre o un campanile, senza grandi preoccupazioni sul valore di  $R_n$  in quanto il flusso luminoso emesso verso l'alto da quell'impianto di illuminazione, anche se rilevante, ha un peso molto piccolo sulla media che porta al valore di  $R_n$ , perfino se il comune si trova in zona 2. Diversamente, se si adotta il Piano semplificato di tabella 7, ogni singolo impianto di illuminazione deve avere un rapporto di emissione superiore conforme ai valori indicati in detta tabella: ciò porta a forti limitazioni per l'impianto di cui sopra, per il quale un comune in zona 2 dovrebbe prescrivere un rapporto di emissione superiore  $R_n$  minore del 9%.

Nel seguito a titolo esemplificativo viene illustrata le diverse situazioni che potrebbero emergere per la ripartizione degli impianti di illuminazione di uno stesso Comune, qualora esso fosse classificato in zona 3, 2 o 1.

Nelle tabelle 7, 8, 9 e 10 viene ipotizzata la stessa ripartizione degli impianti di illuminazione per le tre zone della UNI 10189, secondo la classificazione degli impianti derivante da detta norma e, quando il caso, dalla UNI 10439: in tutti i casi nel Comune il flusso luminoso  $\Phi$  associato all'illuminazione stradale rappresenta il 65% del totale, mentre il rimanente 35% è suddiviso tra gli altri tipi di impianto di illuminazione nello stesso modo nelle tabelle 8, 9 e 10.

Tabella 6

**Classificazione degli impianti di illuminazione secondo la norma UNI 10819**

Tipo	Descrizione in base a UNI 10439	Commenti in base alla LR 31/2000	Ammissibilità degli impianti		
			Zona 1	Zona 2	Zona 3
A	Impianti dove la sicurezza ha carattere prioritario	Si tratta ad esempio dell'illuminazione stradale e di quella destinata a punti sensibili per la sicurezza	Entro i limiti di $R_n$	Entro i limiti di $R_n$	
B	Impianti sportivi, commerciali, ricreativi, parchi e giardini	Gli impianti sportivi e quelli monumentali tutelati dalla normativa in materia di beni culturali sono in deroga, così come gli altri tipi di impianto che siano disattivati dopo 2 ore dal tramonto.			
C	Impianti di interesse ambientale e monumentale				
D	Impianti pubblicitari illuminati				
E	Impianti a carattere temporaneo (esempio luminarie natalizie)		Solo per sicurezza	Entro i limiti di $R_n$ o per sicurezza	

Tabella 7

Flusso luminoso emesso verso l'alto - PRIC semplificato secondo la UNI 10819						
Tipo di impianto	N. strada tabella 2	Strada, percorso o tipo di impianto	Flusso $\Phi$ [%]	R <sub>n</sub> [%]		
				Zona 1	Zona 2	Zona 3
A	Da 1 a 8, 13	Traffico motorizzato	65	1	3	3
B	4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13	Traffico misto in prevalenza pedonale e ciclabile	35	1	9	23
		Centro storico				
	12	Aree verdi, parchi e giardini				
C	-	Illuminazione di monumenti e siti non tutelati	-	In deroga		
		Non classificate				
D		Insegne				
B		Impianti con flusso luminoso totale $\leq 25$ klm				
		Temporanee per sicurezza				
C		Illuminazione di monumenti e siti tutelati				
B		Impianti sportivi				
		9				
-	14	Gallerie e sottopassi				
E	-	Temporanei per decorazione		Proibiti	In deroga	

TaBELLA 8

Percentuali del flusso luminoso emesso verso l'alto secondo la UNI 10819 - Zona 3					
Tipo di impianto	N. strada tabella 2	Strada, percorso o tipo di impianto	Parametri illuminotecnici		Commenti
			Flusso $\Phi$ [%]	R <sub>n</sub> [%]	
A	Da 1 a 8, 13	Traffico motorizzato	65	3	Apparecchi stradali con coppa liscia o prismata
B	4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13	Traffico misto in prevalenza pedonale e ciclabile	15	15	Apparecchi con ripartizione dell'intensità luminosa di tipo diffondente o semi diffondente, lanterne con riflettore interno, proiettori
		Centro storico	5		
	12	Aree verdi, parchi e giardini	5	20	
C		Non classificate	3	30	Lanterne, proiettori
		Illuminazione di monumenti e di interesse ambientale	5		
D		Insegne	2		
B	-	Impianti con flusso luminoso totale $\leq 25$ klm	In deroga		
		Temporanei per sicurezza			
C		Illuminazione di monumenti e siti tutelati			
B		Impianti sportivi			
		9			
-	14	Gallerie e sottopassi			
E	-	Temporanei per decorazione			

Totali	
$\Phi$ [%]	R <sub>n</sub> [%]
100	8,9

Tabella 9

Percentuali del flusso luminoso emesso verso l'alto secondo la UNI 10819 - Zona 2					
Tipo di impianto	N. strada tabella 1	Strada, percorso o tipo di impianto	Parametri illuminotecnici		Commenti
			Flusso $\Phi$ [%]	R <sub>n</sub> [%]	
A	Da 1 a 8, 13	Traffico motorizzato	65	3	Apparecchi stradali con coppa liscia o prismata
B	4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13	Traffico misto in prevalenza pedonale e ciclabile	15	5	Apparecchi con ripartizione dell'intensità luminosa di tipo diffondente o semi diffondente, proiettori
		Centro storico	5	15	
	12	Aree verdi, parchi e giardini	5		
C	-	Non classificate	3	-	In deroga, se spenti 2 ore dopo il tramonto
D		Illuminazione di monumenti e di interesse ambientale	5		
D		Insegne	2		
B		Impianti con flusso luminoso totale $\leq 25$ klm			
C		Temporanei per sicurezza			
C	Illuminazione di monumenti e siti tutelati				
B	Impianti sportivi				
B	9	Portici			In deroga
-	14	Gallerie e sottopassi			
E	-	Temporanei per decorazione			

Totali	
$\Phi$ [%]	R <sub>n</sub> [%]
100	4,6

Tabella 10

Percentuali del flusso luminoso emesso verso l'alto secondo la UNI 10819 - Zona 1					
Tipo di impianto	N. strada tabella 1	Strada, percorso o tipo di impianto	Parametri illuminotecnici		Commenti
			Flusso $\Phi$ [%]	R <sub>n</sub> [%]	
A	Da 1 a 8, 13	Traffico motorizzato	65	1	Apparecchi e proiettori con vetro piano installato orizzontalmente
B	4, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13	Traffico misto in prevalenza pedonale e ciclabile	15		
		Centro storico	5		
	12	Aree verdi, parchi e giardini	5		
C	-	Non classificate	3	-	In deroga, se spenti 2 ore dopo il tramonto
		Illuminazione di monumenti e di interesse ambientale	5		
D		Insegne	2		
B		Impianti con flusso luminoso totale $\leq 25$ klm	In deroga		
		Temporanei per sicurezza			
C		Illuminazione di monumenti e siti tutelati			
B		Impianti sportivi			
	9	Portici	Non ammessi		
-	14	Gallerie e sottopassi			
E	-	Temporanei per decorazione			

Totali	
$\Phi$ [%]	R <sub>n</sub> [%]
100	1,0

Come si può vedere in dette tabelle, passando dalla zona 3 alla zona 1 occorre limitare i valori del rapporto di emissione superiore  $R_n$  per i vari tipi di impianto. In particolare, passando dalla zona 3 alla zona 2 è possibile realizzare l'illuminazione stradale (impianti di tipo A per la UNI 10819) minimizzando i consumi energetici, dato che un  $R_n$  pari al 3% permette di installare apparecchi di illuminazione con coppa, liscia o prismata, ma si hanno limitazioni nelle zone verdi e l'illuminazione dei monumenti è soggetta ad orario regolamentato. Viceversa, in zona 1 il valore di  $R_n$  scende all'1% e si debbono installare soltanto apparecchi di illuminazione con vetro piano, con consumi energetici maggiori anche del 30% rispetto ai casi precedenti.

### 6.13 Luce molesta

Con questa definizione si intende la luce che in qualunque modo, pur senza impedire o danneggiare un compito visivo, può arrecare fastidio a chi lo svolge. Ciò vale in particolare per la luce emessa da impianti di illuminazione pubblica che entra nei locali destinati ad abitazione generando una sensazione fastidiosa, soprattutto nelle ore in cui chi vi abita vorrebbe riposare, a causa della luce incidente sulle superfici vetrate delle abitazioni. La CIE ha recentemente emesso la pubblicazione 150 "Guide on the limitation of the effects of obtrusive light from outdoor lighting installations", che prescrive i valori dell'illuminamento massimo ammissibile sul piano delle aperture e delle finestre. La CIE 150 individua 4 zone in cui un territorio può essere suddiviso, riportate in tabella 11, e ne assegna le prescrizioni illuminotecniche.

Anche se la CIE 150 non è propriamente una norma ai fini dell'art. 3 della L.R. 31/2000, l'indubbia autorità della CIE nel campo dell'illuminazione consiglia di tener presenti le indicazioni di questa pubblicazione, la cui applicazione resta comunque facoltativa.

Riguardo alla tabella 11 conviene notare quanto segue.

- **Zone.** La suddivisione in zone di cui alla tabella 11 riguarda solo la limitazione della luce molesta. In altre parole, dal punto di vista della norma UNI 10819 un Comune può trovarsi in zona 3 in quanto lontano da parchi naturali e/o osservatori astronomici, ma può anche decidere di suddividere il proprio territorio in una zona suburbana ed in un'altra urbana, che dal punto di vista della limitazione della luce molesta si troverebbero rispettivamente nelle zone E3 ed E4 della tabella 11. Tuttavia, per i comuni limitrofi a un parco nazionale, una piccola minoranza nella Provincia di Torino, si potrebbe applicare la zona E1.
- **Orario regolamentato.** Ogni Comune può decidere autonomamente di regolamentare l'orario di accensione degli impianti di illuminazione esterna fissando un'ora della notte in cui spegnere, anche in modo differenziato, le installazioni non destinate all'illuminazione stradale (monumenti, impianti sportivi, ecc.) e quelle private (centri commerciali, aree industriali, ecc.), salvo le deroghe di cui all'art. 7 della L.R. 31/2000. Devono ovviamente continuare a funzionare gli impianti di illuminazione destinati alla sicurezza del traffico e dei cittadini, come l'illuminazione stradale, anche se potrebbero operare con livelli di illuminazione inferiore secondo quanto indicato dalla norma UNI 10439.
- **Illuminamenti verticali.** La CIE 150 limita l'illuminamento sulle finestre e sulle altre superfici vetrate secondo quanto riportato nella tabella 11 sia in condizioni normali sia durante l'orario regolamentato: in questo secondo caso nella zona E1 i limiti variano a seconda che l'illuminamento sia provocato dalla illuminazione pubblica o da altro tipo di impianto.
- **Luminanza delle facciate.** Le facciate degli edifici possono essere illuminate al di sotto dei limiti di luminanza riportati in tabella 11.
- **Luminanza delle insegne.** La tabella 11 assegna limiti anche alla luminanza delle insegne illuminate.

Tabella 11

Limitazione della luce molesta							
Zona	Ambiente	Illuminazione circostante	Esempi	Illuminamenti verticali [lx]		Luminanze [cd/m <sup>2</sup> ]	
				Orario		Facciate	Insegne
				Normale	Regolam.		
E1	Naturale	Intrinsecamente buia	Parchi naturali, luoghi protetti	2	1 (pubbl.) 0 (altro)	2 (pubbl.) 0 (altro)	50
E2	Rurale	Luminanze ridotte	Aree rurali residenziali e industriali	5	1	5	400
E3	Suburbano	Luminanze medie	Sobborghi residenziali e industriali	10	2	10	800
E4	Urbano	Luminanze elevate	Centri cittadini e aree commerciali	25	5	25	1000

Durante l'orario regolamentato nella zona E1 gli impianti non dedicati all'illuminazione pubblica dovranno essere spenti

#### **6.14 Insegne pubblicitarie**

Molte insegne pubblicitarie sono illuminate, mediante proiettori esterni oppure con lampade installate posteriormente all'insegna, che in questo caso è traslucida.

I limiti della luminanza delle insegne sono dati nella pubblicazione CIE 150 e sono riportati nella tabella 11.

Naturalmente, questi limiti non valgono per la segnaletica stradale illuminata e per le insegne che rivestono carattere di sicurezza, come quelle della polizia, dei carabinieri, ecc.

## **7 Esempio di PRIC**

Per agevolare la stesura di un PRIC, nell'appendice B è riportata passo per passo la procedura che porta alla preparazione del piano.

La descrizione è corredata da alcune tavole che prefigurano quelle che il Comune deve approntare a corredo del PRIC.

## 8 Competenze della Provincia

Il comma 1 dell'art. 3 della L.R. 31/2000 prevede che le Province esercitino "il controllo sul corretto uso dell'energia da illuminazione esterna da parte dei Comuni e degli enti o organismi sovracomunali ricadenti nel loro territorio ...." e ".... altresì la sorveglianza e l'applicazione delle sanzioni previste dalla presente legge sugli impianti di illuminazione privata", disposizione quest'ultima ribadita all'art. 9.

Il controllo sul corretto uso dell'energia riguarda da un lato il PRIC, se questo esiste, e dall'altro tutti gli impianti di nuova realizzazione o in rifacimento (art. 3). E' conveniente individuare le diverse variabili che intervengono in questo problema: va da sé che non è necessario eseguire misurazioni sull'intero territorio comunale e che ci si può limitare a verifiche a campione su casi palesemente non conformi.

- **Classificazione delle strade.** La classificazione di alcune strade potrebbe essere stata sottovalutata, con conseguenti livelli di illuminazione insufficienti a garantire la sicurezza. La verifica va fatta tenendo conto della classificazione delle strade secondo la legge, seguendo se necessario le indicazioni dell'appendice D.
- **Livelli di illuminazione.** La questione riguarda la conformità alla UNI 10439 che prevede livelli minimi di illuminazione (illuminamenti o luminanze), nonché le loro uniformità, per le varie categorie di strade (tabella 2). I livelli effettivi negli impianti realizzati a nuovo e quelli calcolati nei progetti degli impianti in realizzazione devono superare questi limiti di un buon 30%, per tener conto dell'invecchiamento delle lampade, ma di non più del 50%, salvo casi particolari dovuti ad una specifica decisione del Comune (centro storico, aree a rischio, ecc.). I metodi di misura sono descritti al successivo punto 9.5.
- **Flusso luminoso emesso verso l'alto.** Qui vale la conformità alla UNI 10819. Si tratta di verificare il rapporto di emissione superiore  $R_n$  per tutta la città ed a seconda della zona in cui essa si trova (tabelle 5 e 6). A questo scopo conviene impiegare la scheda EXEL descritta nell'appendice A, seguendo anche i suggerimenti riportati nell'appendice B.
- **Luce molesta.** Ammesso che si assuma per valido il riferimento alla pubblicazione CIE 150, si tratta di verificare l'illuminamento sulle finestre mediante un normale luxmetro, o la luminanza sulle facciate degli edifici e quella delle insegne mediante un luminanzometro per verificare la conformità con la tabella 11.

## 9 Metodi di collaudo e verifica

La LR 31/00 prevede una serie di adempimenti da parte delle Province e dei Comuni

La presente sezione indica i fondamenti delle misurazioni per la verifica delle caratteristiche fotometriche degli apparecchi e degli impianti di illuminazione, allo scopo di fornire una guida interpretativa a norme e certificati di conformità e di permettere agli uffici tecnici di effettuare verifiche per accertare lo stato degli impianti: Si deve tuttavia tener presente che per effettuare operazioni di collaudo complete sono richieste l'esperienza e la competenza di un professionista.

### 9.1 Grandezze fotometriche

La L.R. 31/2000 prevede che gli apparecchi di illuminazione e gli impianti di illuminazione siano conformi alle norme CEI ed UNI.

Nel seguito vengono brevemente descritti i metodi di collaudo e verifica fotometrica. Essi riguardano le prestazioni illuminotecniche di apparecchi ed impianti di illuminazione, mentre non trovano invece spazio nel presente documento le verifiche sulla sicurezza elettrica, per le quali si rimanda alle norme CEI in materia. Le definizioni delle varie grandezze in gioco sono riportate nelle Linee Guida della Provincia di Torino [1]: per comodità di lettura, alcune di queste definizioni sono qui ricordate nella tabella 12, in cui in alcuni casi è stata adottata una forma semplificata rispetto alla forma completa riportata in basso con caratteri più piccoli.

<b>Tabella 12 Termini fotometrici</b>	
<b>Voce</b>	<b>Definizione</b>
<b>Candela [cd]</b>	Unità SI che individua l'intensità luminosa emessa da una lampada in una determinata direzione.  La candela è l'intensità luminosa, in una data direzione, di una sorgente di luce che emette radiazioni monocromatiche di frequenza pari a $540 \times 10^{12}$ Hertz e di cui l'intensità energetica in quella direzione è pari a 1/683 Watt per steradiante.
<b>Flusso luminoso [lm]. Simbolo: <math>\Phi</math>.</b>	Grandezza che individua la potenza luminosa emessa da una sorgente di luce (lampada o apparecchio di illuminazione).  Grandezza derivata dal flusso energetico pesato secondo la sua azione sull'osservatore di riferimento fotometrico CIE.
<b>Illuminamento (in un punto di una superficie) [lx]. Simbolo: E.</b>	Grandezza che caratterizza il flusso luminoso che cade su una superficie di area unitaria. Si misura mediante il luxmetro.  Quoziente fra il flusso luminoso $d\Phi$ , ricevuto da un elemento di superficie contenente il punto, e l'area $dA$ di detto elemento.
<b>Indice di abbagliamento debilitante TI</b>	Indica l'incremento percentuale della luminanza stradale necessario per compensare la riduzione di visibilità derivante dall'abbagliamento provocato da un impianto di illuminazione stradale.
<b>Indice di resa dei colori</b>	Indice che valuta la corretta resa di una serie di colori illuminati da una certa sorgente di luce secondo una scala da 0 a 100.  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.

<b>Intensità luminosa (di una sorgente, in una direzione data) [cd]. Simbolo I</b>	<p>Grandezza che individua la intensità di emissione della luce da parte di una sorgente (lampada o apparecchio di illuminazione) in una determinata direzione.</p> <p>Quoziente fra il flusso luminoso <math>d\Phi</math> emesso dalla sorgente entro l'elemento di angolo solido <math>d\varphi</math> contenente la direzione data, e detto elemento di angolo solido.</p>
<b>Lumen [lm]</b>	<p>Unità SI di flusso luminoso.</p> <p>Il lumen è il flusso luminoso emesso nell'angolo solido unitario da una sorgente puntiforme e uniforme avente l'intensità luminosa di 1 candela.</p>
<b>Luminanza [<math>\text{cd} \cdot \text{m}^{-2}</math>] (in una direzione data, in un punto dato di una superficie reale o fittizia) Simbolo L</b>	<p>Flusso luminoso emesso in una determinata direzione da una superficie di area apparente unitaria, che emette luce o è illuminata. Si misura mediante il luminanzometro.</p> <p>Grandezza definita dalla formula:  <math display="block">L = d^2\Phi \cdot dA^{-1} \cdot \cos\alpha^{-1} \cdot d\varphi^{-1}</math> in cui <math>d^2\Phi</math> è il flusso luminoso trasmesso da un fascio elementare passante per il punto dato e propagantesi entro l'angolo solido <math>d\varphi</math> contenente la direzione data, <math>dA</math> è l'area di una sezione di detto fascio nel punto dato, <math>\alpha</math> è l'angolo tra la normale a detta sezione e la direzione del fascio.</p>
<b>Luminanza stradale media mantenuta</b>	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.
<b>Luminanzometro</b>	Strumento destinato alla misurazione della luminanza.
<b>Lux [lx]</b>	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.
<b>Luxmetro</b>	Strumento destinato alla misurazione dell'illuminamento.
<b>Resa dei colori</b>	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.
<b>Ripartizione dell'intensità luminosa</b>	Rappresentazione, per mezzo di curve o tabelle, dei valori dell'intensità luminosa di una sorgente di luce in funzione di direzioni nello spazio.
<b>Rivelatore fotoelettrico</b>	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.
<b>Temperatura di colore [K]</b>	Temperatura del radiatore di Plank la cui radiazione ha la stessa cromaticità di quella di uno stimolo dato.
<b>Uniformità globale</b>	Rapporto fra i valori minimo e medio della luminanza stradale valutati su un tratto definito della carreggiata.
<b>Uniformità longitudinale</b>	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.

## 9.2 Apparecchi di illuminazione

Per quanto riguarda gli apparecchi di illuminazione, di solito nell'impianto di illuminazione di una via o di una strada viene installato un unico tipo di apparecchio di illuminazione, a meno che si tratti di una strada molto lunga o interrotta da piazze o monumenti: in questi casi la strada può essere divisa in tratti con apparecchi diversi, per esempio a causa della realizzazione degli impianti in tempi successivi.

Per ogni tratta equipaggiata con lo stesso tipo di apparecchio occorre sostanzialmente verificare la conformità della percentuale di flusso luminoso emesso verso l'alto rispetto alle prescrizioni riportate nel PRIC, nel Piano semplificato o, in loro assenza, nella norma UNI 10819: questo valore può essere richiesto al costruttore dell'apparecchio. Tuttavia, se si tratta di effettuare una valutazione di massima per verificare l'opportunità di procedere ad analisi più accurate, può essere sufficiente stimare la percentuale di flusso luminoso diretto verso l'alto per confronto con gli schemi di apparecchi riportati nella tabella in appendice C. Questa è anche l'unica possibilità nel caso di un impianto vecchio: in questo caso il dato può non essere disponibile.

Maggior impegno è richiesto dalla verifica delle intensità luminose in determinate direzioni rispetto alle prescrizioni della norma UNI 10439 ai fini della limitazione dell'abbagliamento: i problemi di questa verifica cadono se è possibile reperire questi dati nei progetti presenti negli archivi comunali, in quanto questa è una prescrizione di lunga data. In caso di dubbio si consiglia di rivolgersi ad un professionista.

## 9.3 Impianti di illuminazione

Per gli impianti di illuminazione pubblica, le norme prescrivono i valori di luminanze e/o illuminamenti, a seconda del tipo di strada. Si ricorda che per luminanza si intende il flusso luminoso riflesso dalla strada, che, corrispondendo alla luce che viene percepita dagli utenti della strada, dà anche la corretta valutazione della efficacia dell'impianto di illuminazione. Purtroppo, la luminanza stradale è dovuta non soltanto alle caratteristiche dell'impianto, ma anche a quelle della strada, che non è detto corrisponda pienamente ai dati normalizzati (può essere più chiara ma anche più scura di quanto previsto a livello normativo), problema che non può comportare la responsabilità di chi ha progettato o realizzato l'impianto. In conseguenza, la norma 10439 indica che le verifiche devono essere effettuate in base ai valori di illuminamento, ossia del flusso luminoso che cade sulla strada e non di quello riflesso dalla stessa, anche quando sono prescritte le luminanze: perciò in questi casi il progettista deve fornire i dati sull'illuminamento stradale oltre a quelli sulla luminanza e l'impianto viene collaudato in base ai valori di illuminamento previsti dal progetto.

## 9.4 Certificazione degli apparecchi di illuminazione

Le caratteristiche fotometriche degli apparecchi di illuminazione devono essere certificate da un laboratorio di prova accreditato: non è infatti possibile eseguire misurazioni presso un ufficio tecnico comunale. Il certificato deve indicare la conformità dell'apparecchio ai fini di quanto previsto nelle norme UNI 10439 e 10819. In particolare, detto certificato deve riportare i riferimenti ad un rapporto di prova, che riporti le intensità luminose emesse in tutte le direzioni dall'apparecchi di illuminazione e da queste valuti il rapporto di emissione superiore, pari alla percentuale del flusso luminoso emesso verso l'alto rispetto a quello globalmente emesso dall'apparecchio. Misure e valutazioni dovranno essere corredate delle rispettive incertezze di misura secondo la UNI EN ISO 9 "Guida alla valutazione delle incertezze di misura".

In alcuni tipi di apparecchi di illuminazione è possibile installare lampade di tipo e/o di potenza diversa: la ripartizione dell'intensità luminosa, ed in conseguenza anche il rapporto di emissione superiore, possono dipendere anche dal tipo di lampada (mercurio, sodio, alogenuri metallici) a causa della diversa conformazione sia del bulbo sia del bruciatore ed anche dalla sua potenza. E' quindi opportuno disporre dei dati e della certificazione relativi al tipo ed alla potenza delle lampada che si intende adottare.

Conviene anche ricordare che le intensità luminose riportate nel rapporto di prova sono riferite ad una ipotetica lampada che emette un flusso luminoso di 1000 lm. Per avere l'intensità luminosa effettiva è quindi sufficiente moltiplicare il valore riportato per il flusso luminoso della lampada prevista. Viceversa, il valore del rapporto di emissione superiore non è affetto dal flusso luminoso effettivo della lampada.

### **9.5 Caratteristiche fotometriche di un impianto di illuminazione**

Come già detto più sopra, le verifiche di collaudo degli impianti di illuminazione stradale sono effettuate in base ai valori di illuminamento forniti dal progettista. Per impianti in esercizio è conveniente verificare periodicamente lo stato dell'impianto: ciò può essere fatto con misurazioni di illuminamento se sono disponibili i valori di progetto, oppure misurando i valori della luminanza sul piano stradale, quando gli illuminamenti non siano disponibili.

Quindi, si deve procedere innanzi tutto alla misurazione degli illuminamenti in alcuni punti della strada: è sufficiente disporre di un luxmetro, strumento di costo limitato che può quindi far parte della strumentazione disponibile in ogni comune. La procedura di misura è semplice: è sufficiente appoggiare il luxmetro nel punto di misura sul piano stradale con la superficie sensibile rivolta verso l'alto, prestare attenzione che il proprio corpo non schermi la luce proveniente da qualche apparecchio di illuminazione ed effettuare la lettura. Allo scopo di sorvegliare le condizioni dell'impianto di illuminazione nel tempo si consiglia di limitarsi a valutare di tanto in tanto l'illuminamento su un certo numero di punti, scegliendone alcuni al di sotto degli apparecchi di illuminazione ed altri situati a metà della loro interdistanza. La media delle misure effettuate nei vari punti deve dare un valore maggiore o uguale a quello previsto nella tabella 2 per i vari tipi di strada. In questo modo è anche possibile valutare l'uniformità globale e longitudinale, ma solo quando la tabella 2 prescriva esclusivamente gli illuminamenti.

Per i tipi di strada in cui la tabella 2 prescrive limiti per la luminanza, è però opportuno procedere anche a qualche misurazione di luminanza per rendersi conto della conformità alle norme. Il luminanzometro è uno strumento più complicato del luxmetro, ma non è difficile capirne il funzionamento. Il luminanzometro deve dare una misura equivalente alla percezione dell'occhio umano. Si dice spesso che l'occhio assomiglia a un apparecchio fotografico: il luminanzometro non è altro che un apparecchio fotografico in cui al posto della pellicola c'è un sensore fotometrico. Il luminanzometro deve essere puntato verso la zona di cui si vuole misurare la luminanza, visibile nel mirino reflex (proprio come quello di un apparecchio fotografico), in cui la zona di misura è chiaramente identificata con un cerchietto.

La misura della luminanza è indipendente dalla distanza, a condizione che la superficie da misurare abbia luminanza costante, così come praticamente avviene per una superficie stradale. Infatti, se ci si allontana dal punto di misura, l'indicazione dello strumento dovrebbe ridursi con il quadrato della distanza dallo stesso, ma l'area di misura aumenta con il quadrato della distanza, compensando la diminuzione: in questo modo, l'indicazione dello strumento non cambia al variare della distanza.

Il luminanzometro (Figura 1) deve essere posto su un cavalletto sulla mezzzeria della corsia di marcia a 1,5 m di altezza. Secondo la norma UNI 10439, esso deve essere puntato con l'asse ottico inclinato di  $1^\circ$  rispetto al piano stradale. Dato però che è impossibile misurare con accuratezza un angolo di inclinazione così piccolo rispetto ad una strada che può anche essere inclinata (in discesa o in salita), conviene puntare il luminanzometro verso un punto sulla mezzzeria della corsia di destra a 86 m di distanza: non è necessario misurare questa distanza con grande accuratezza. Per facilitare il puntamento del luminanzometro, è bene porre sull'asfalto vicino al punto di misura un oggetto chiaro, anche un foglio di carta, senza però sovrapporlo all'area di misura visibile nel mirino del luminanzometro, che risulta ben visibile nel mirino.

Si noti che non è possibile con le misure semplificate di cui sopra valutare le uniformità di luminanza. Infatti, con un luminanzometro di costo limitato, a causa della ridotta inclinazione dell'asse ottico l'area di misura risulta molto allungata in senso longitudinale, al punto da superare abbondantemente l'interdistanza tra gli apparecchi di illuminazione.

Pur non costituendo motivo di rigetto dell'impianto, eventuali discordanze rispetto ai valori normativi dei valori della luminanza così misurata dovrebbero destare almeno qualche preoccupazione sulla conformità dello stesso, da chiarire in base ad un parere professionale.

Se queste valutazioni possono essere effettuate in un certo numero di punti scelti dall'operatore in modo da essere ragionevolmente rappresentativi dell'impianto in esame, le misurazioni di collaudo devono invece essere effettuate sui vertici di una griglia a maglie rettangolari descritta dalla norma UNI 10439, ricavando poi la media dei risultati nonché le uniformità globali e longitudinali. Anche se si tratta di una procedura non eccessivamente complicata, è consigliabile fare effettuare le misure di collaudo da parte di un esperto.

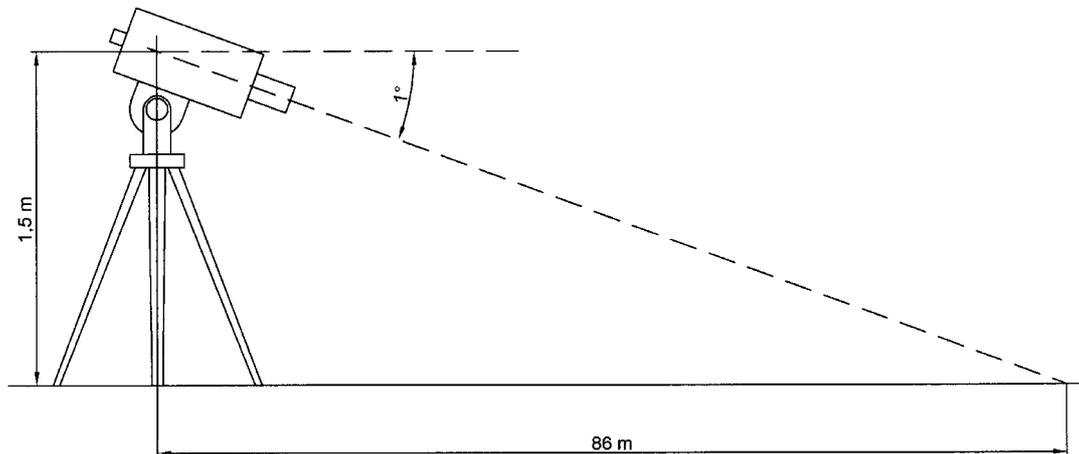


Figura 1 – Misurazione della luminanza stradale

## APPENDICE A - Valutazione degli impianti di illuminazione

### A1 Premessa

La LR 31/2000 prevede che gli impianti di illuminazione comunale siano conformi alla norma UNI 10819. Questa prescrive di limitare il rapporto di emissione superiore  $R_n$ , pari al rapporto fra il flusso luminoso emesso verso l'alto da tutti gli impianti di illuminazione cittadini e quello globalmente emesso dagli impianti stessi, rispettivamente a 1%, 5% e 10% nelle zone 1, 2 e 3, come indicato nella tabella 5 che riporta anche la definizione delle zone. Si noti che in assenza di indicazioni da parte della Regione Piemonte solo i Comuni collocati in vicinanza di un osservatorio astronomico professionale o amatoriale che svolga funzioni divulgative deve considerarsi in zona 2, mentre nessun Comune ricade in zona 1 e la maggior parte dei Comuni è in zona 3.

Allo scopo di conoscere il proprio valore di  $R_n$  ciascun Comune deve eseguire sui propri impianti le indagini descritte nell'Appendice B. Per facilitare la loro catalogazione nonché il calcolo dei parametri globali (oltre a  $R_n$  anche potenza assorbita, flussi luminosi e rendimento medio) è stata predisposta la tabella A1 descritta nel seguito, che deve essere compilata tramite il programma EXCEL.

### A2 Calcolo dei parametri globali

Il calcolo dei parametri globali relativi alla illuminazione comunale può essere eseguito sia tramite la tabella A1 in EXCEL, sia manualmente: in quest'ultimo caso la tabella A1 può essere fotocopiata ed impiegata come supporto per immagazzinare i dati. Nel seguito viene descritto l'impiego della tabella A1 ed anche la procedura manuale.

La tabella A1 si presenta con una serie di colonne che devono essere compilate da chi esegue l'indagine, descritte nel seguito da sinistra a destra.

Si noti che una riga di color verde percorre tutte le colonne in cui occorre inserire dati numerici, alla cui sinistra appare la scritta "Valori globali del comune". In questa riga in testa ad ogni colonna appare il dato globale relativo a tutti gli impianti elencati.

Tutti i calcoli che EXCEL esegue sono facilmente comprensibili, in quanto consistono soltanto di somme o moltiplicazioni. L'unico calcolo che occorre descrivere riguarda la valutazione del rapporto medio di emissione superiore  $R_n$ , che è comunque molto semplice effettuare anche manualmente. Per ogni impianto vale la seguente relazione:

$$\Phi_a = N_i \cdot \Phi_i \cdot \eta_i \cdot R_i$$

dove  $\Phi_a$  è il flusso luminoso emesso verso l'alto dall'impianto,  $N_i$  il numero degli apparecchi di illuminazione dell'impianto,  $\Phi_i$  il flusso nominale della lampada,  $\eta_i$  il rendimento dell'apparecchio di illuminazione e  $R_i$  il rapporto di emissione superiore dell'apparecchio.

Ne segue:

$$R_n [\%] \text{ generale} = 100 \cdot \Sigma \Phi_a / \Sigma \Phi_i$$

Tabella A1

<b>Scheda EXEL per il calcolo dei parametri globali degli impianti comunali</b> <b>Note esplicative</b>		
Nella prima riga si può inserire il nome del Comune		
Le successive 7 righe contengono intestazioni e informazioni sulle lampade e non sono accessibili, salvo per la casella magenta all'estrema destra descritta in seguito.		
<b>Informazioni</b>	Via, Corso o Piazza	Indicare la denominazione
	Proprietà	Può essere comunale o di altro gestore, il cui nominativo viene inserito nella casella color magenta allineata con quella intestata "Comune". In queste colonne può essere indicato il numero complessivo di apparecchi di illuminazione. Nella zona verde in testa alle colonne EXEL calcola il numero di apparecchi per tutti gli impianti di ciascun gestore.
<b>Dati per il calcolo</b>	Tipo di lampada	In 12 colonne sono indicati i vari tipi di lampada e le varie potenze delle stesse. Occorre inserire il numero delle lampade dell'impianto nella colonna che riguarda il tipo della lampada in questione e la sua potenza unitaria. Nella zona verde sopra ogni colonna EXEL calcola il numero complessivo per ogni tipo di lampada.
	Rendimento	Inserire il rendimento dell'apparecchio di illuminazione in base a dati di catalogo o a semplice valutazione comparativa (vedere l'allegato B). Se questa colonna non viene riempita il successivo calcolo viene effettuato assumendo il valore presunto del rendimento che si può inserire nella casella di color magenta in alto a destra: si suggerisce di inserire un valore da 65 a 75. Nella zona verde sopra questa colonna EXEL calcola il rendimento medio degli impianti comunali.
	$R_{app}$	Inserire in questa colonna il valore del rapporto di emissione superiore dell'apparecchio di illuminazione, in base a dati di catalogo o per valutazione comparativa (vedere l'allegato B). Nella zona verde sopra questa colonna EXEL calcola il valore di $R_n$ per l'intero comune, ossia del parametro che deve rispettare la norma UNI 10819.
<b>Risultati del calcolo</b>	Potenza	EXEL calcola la potenza totale assorbita dall'impianto. Nella zona verde sopra questa colonna EXCEL calcola la potenza complessiva assorbita.
	Flusso luminoso installato	EXEL calcola il flusso luminoso emesso dalle lampade dell'impianto. Nella zona verde sopra questa colonna EXCEL calcola il flusso luminoso installato nel comune.
	Flusso luminoso emesso	EXEL calcola il flusso luminoso emesso dall'impianto in base al dato precedente moltiplicato per il rendimento dell'impianto. Nella zona verde sopra questa colonna EXCEL calcola il flusso luminoso emesso nel comune..
	Flusso luminoso verso l'alto	EXEL calcola il flusso luminoso emesso verso l'alto moltiplicando quello emesso per il valore di $R_{app}$ . Nella zona verde sopra questa colonna EXCEL calcola il flusso luminoso globale emesso verso l'alto nel comune.

