



E Illuminazione E

# Il Lumen della ragione

Fausto Martin

## Quando la misura strumentale va corretta con umana "ratio"

"All animals are equal but some animals are more equal than others" diceva Orwell nella "Fattoria degli animali"; mutatis mutandis anche in campo illuminotecnico potremmo dire: tutti i flussi sono uguali ma alcuni lo sono di più.

Il modo di percepire il mondo esterno attraverso gli occhi e le implicazioni psicologiche della luce sono argomento di ricerca da molti anni ed è ben lungi dal considerarsi esaurito. Quantificare la luce come mero "flusso luminoso" e misurare in "lux" (lumen per unità di superficie) il flusso che investe una superficie è stato l'approccio tradizionale per definire la quantità di luce necessaria allo svolgimento di determinate attività.

A questo si aggiungono altri parametri qualitativi, come l'indice di resa cromatica (CRI) e la temperatura di colore, la diffusione spaziale, l'efficienza, ecc.

La visione umana è influenzata, però, da molti altri fattori, quali l'intensità della luce, la sua distribuzione, la temperatura di colore, il contrasto, la riflessione, la qualità dell'aria, ecc. L'avanzamento tecnologico degli apparecchi di illuminazione ha portato a comprendere che

la semplice misurazione strumentale del flusso luminoso non è sufficiente a riassumere i vari aspetti che comportano, negli umani, la visione degli oggetti.

Per citare un esempio la lampada al sodio a bassa pressione può generare un flusso considerevole ma può solo farci percepire due colori (giallo e grigio).

Sotto questa luce è possibile visualizzare la forma di un oggetto senza percepire, cosa affatto marginale, i dettagli dell'oggetto stesso. Va ricordato che i nostri occhi usano parti diverse per vedere un oggetto in condizioni di scarsa luminosità a differenza di quanto avviene nella visione diurna.

L'occhio umano ha due tipi di recettori: coni e bastoncelli i quali sono operanti per "compensazione".

I coni sono deputati alla percezione del colore e del dettaglio in condizioni di elevata luminosità (visione fotopica) mentre i bastoncelli entrano in funzione nella penombra (visione scotopica). Nella condizione fotopica le nostre pupille si contraggono, mettono a fuoco i dettagli dell'oggetto, mentre aumenta la profondità di campo e anche la luminosità percepita. In

Figura 1: Parcheggio multipiano: il risparmio energetico è del 30%



condizioni di scarsa luminosità le pupille si dilatano per far entrare più luce e, poiché i bastoncelli sono posti nella periferia della retina, abbiamo una percezione visiva, per così dire, più periferica, con perdita di qualità.

Gli strumenti ottici di misura sono tarati per la visione diurna e, in generale, di illuminazione interna.

Molti studi dimostrano che la visione fotopica e scotopica influenzano in modo significativo la dimensione della pupilla secondo le modali-

tà già descritte. Numerosi studi recenti inducono i lighting designer ad introdurre il rapporto tra le visioni fotopica e scotopica (F/S) al fine di conseguire una migliore progettazione, efficienza e comfort visivo degli utenti.

Sam Berman, già membro del gruppo di ricerca sui sistemi di illuminazione del Lawrence Berkeley Laboratory, è uno dei ricercatori che promuovono l'introduzione del rapporto F/S in fase di selezione dell'apparecchio di illuminazione che ha portato a definire una nuova grandezza: il lumen di pupilla.

Sulla base del rapporto F/S, ha sviluppato un fattore di conversione che, moltiplicato per il flusso misurato in lumen, porta ad una unità fittizia, allo scopo di ottenere una percezione visiva dell'occhio umano corretta per le diverse sorgenti (Tabella 1).

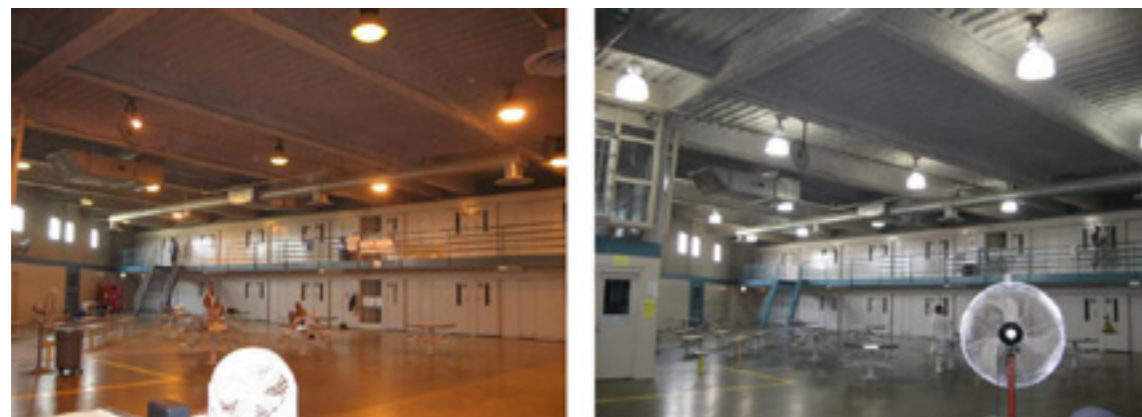
Le conseguenze di questo nuovo approccio fanno sì che l'efficienza (intesa come rapporto tra flusso e potenza della sorgente) debba essere ricalcolata con risultati alquanto sorprendenti.

Scopriamo così che alcune fonti, come le lampade al sodio a bassa pressione, perdono gran-

Tabella 1: Fattore di conversione tra flusso luminoso convenzionale e flusso di pupilla

Sorgente	Efficienza convenzionale lm/W	Fattore di correzione	Flusso luminoso di pupilla (Plm/W)
Lampada sodio bassa pressione	165	0.38	63
Tubo fluorescente 5000 K T5	104	1.83	190
tubo fluorescente 4100 K T8	90	1.62	145
Lampada ioduri metallici	85	1.49	126
Lampara ad induzione 5000 K	80	1.62	129
Lampada fluorescente trifosforo 5000 K	70	1.58	111
Lampada fluorescente trifosforo 3500 K	69	1.24	85
Lampada sodio A.P. 50 W	65	0.76	49
Lampada fluorescente 2900 K	65	0.98	64
Lampada fluorescente 6500 K	55	1.72	95
Lampada sodio A. P. 35 W	55	0.57	31
Lampada fluorescente 5000 K CRI 90	46	1.7	78
Lampada a vapori di mercurio A.P.	40	0.86	34
Lampada incandescente	15	1.26	19
Lampada alogena	22	1.32	29

**Figura 2:** Raffronto in una palestra di Los Angeles: sparisce la dominante gialla



parte della loro efficienza una volta applicata questa correzione, mentre altre lampade a scarica, prima meno interessanti, la vedono accrescere notevolmente. Berman, nella Tabella 1, dimostra come una lampada fluorescente tubolare T8 (26 mm) con temperatura di colore pari a 4100 kelvin (del tipo presente nelle plafoniere da ufficio), la cui efficienza convenzionale è di 90 lm/W veda aumentare la sue "efficienza ottica" a 145 Plm/W. Ma altre considerazioni si rendono necessarie: in tema di illuminazione stradale è risaputo che le varie Leggi Regionali "propendono" per le sorgenti al sodio ad alta pressione. Sulla

base di quanto visto una sorgente ad induzione, dall'alto del suo fattore di correzione pari a 1,62, ribalta l'esito nei confronti di una sorgente al sodio A.P. che vanta un misero 0,57. Detto in altre parole l'efficienza ottica rende equivalenti una lampada ad induzione da 23 W ad una SAP da 70 W.

Infatti  $1,62 \div 0,57 = 2,842$  quindi circa 3 : 1.

Questo suggerisce che, qualora si accettasse l'impostazione appena descritta, dovremmo rimettere mano a Norme e Leggi in materia. Le immagini a corredo confermano che la sostitu-

zione delle sorgenti al sodio con altre ad induzione si attesta su un rapporto di 3 : 2, ossia la sorgente a luce bianca ha circa il 65% della potenza della lampada al sodio. Quindi 70 watt al posto del SAP 100 watt ed anche 100 in luogo del SAP 150 watt. Questo trend non va ad inficiare le conclusioni di Berman; va invece visto come un orientamento consolidato che vede ritenere sufficiente un risparmio del 30% rispetto ai consumi consolidati a fronte di un migliore illuminamento delle aree coperte. Per finire ci corre rilevare che le ultime righe riabilitano anche le tanto bistrattate sorgenti che abbiamo bandito in nome di una presunta scarsissima efficienza: le incandescenti. Pur vantando fattori di correzione modesti, anch'esse vedono aumentata la loro efficienza. I grandi assenti, ma solo per poco, sono le sorgenti a LED che, in virtù della loro giovane tecnologia non hanno ancora una piattaforma standard di prodotto su cui generalizzare i risultati dello studio ma che saranno valutati in un futuro non lontano. Ci piace concludere con un raffronto compara-

to tra le varie sorgenti che abitualmente si utilizzano, dove l'efficienza viene riportata priva del fattore di correzione introdotto da Berman.

**Figura 3:** Armatura stradale ad induzione in una città nordamericana



**Tabella 2:** Riepilogo delle caratteristiche di alcune sorgenti

Caratteristiche	Lampada Induzione	Ioduri Metallici	Sodio Alta Pressione	Mercurio Alta Pressione
Garanzia (anni)	5 - 10	2	2	2
Vita utile (ore)	60.000 - 100.000	6.000 - 20.000	24.000 - 30.000	3.000 - 6.000
Efficienza luminosa (lm/W)	80 - 85	75 - 90	110	45
Indice Resa Cromatica	> 85	65 - 90	60	45
Temperatura Operativa	80°C	> 300°C	> 350°C	> 300°C
Temperatura di Colore (K)	2700 - 6500	4000	2200	3300 - 4300
Stabilità Temp. Colore	Si	No	Si	Si
Potenza del sistema (lampada + alimentatore)	200 W 215 W	200 W 224 W	200 W 233 W	200 W 235 W
Fattore di Potenza	> 0.98	0.43	0.43	0.43
Decadimento del flusso	Ridotto	Si	Si	Si
Tempo di ri accensione	Istantaneo	No	No	No
Sfarfallio	No	Si	Si	Si
Abbagliamento	No	Si	Si	Si