



FondazioneArchitettiFirenze

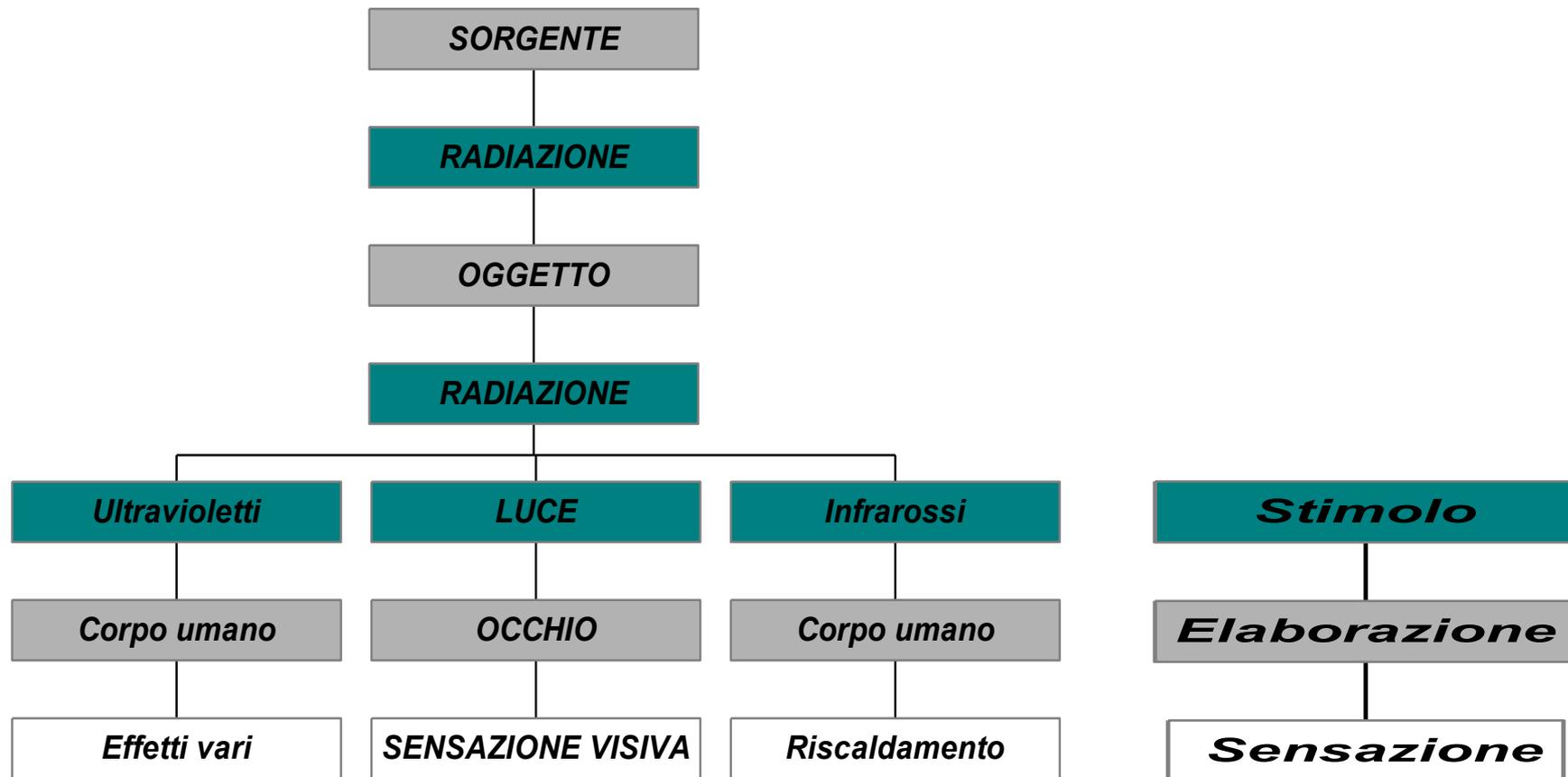
SORGENTI LUMINOSE E NUOVE TECNOLOGIE

IMPATTO AMBIENTALE E RISPARMIO ENERGETICO

Marco Frascarolo

Docente di illuminotecnica Facoltà di Architettura RomaTre
Coordinatore della Didattica Master in Lighting Design „Sapienza“
Presidente Associazione Italiana di Illuminazione Lazio e Molise
Responsabile Scientifico Fabertechnica lighting

Il fenomeno della visione

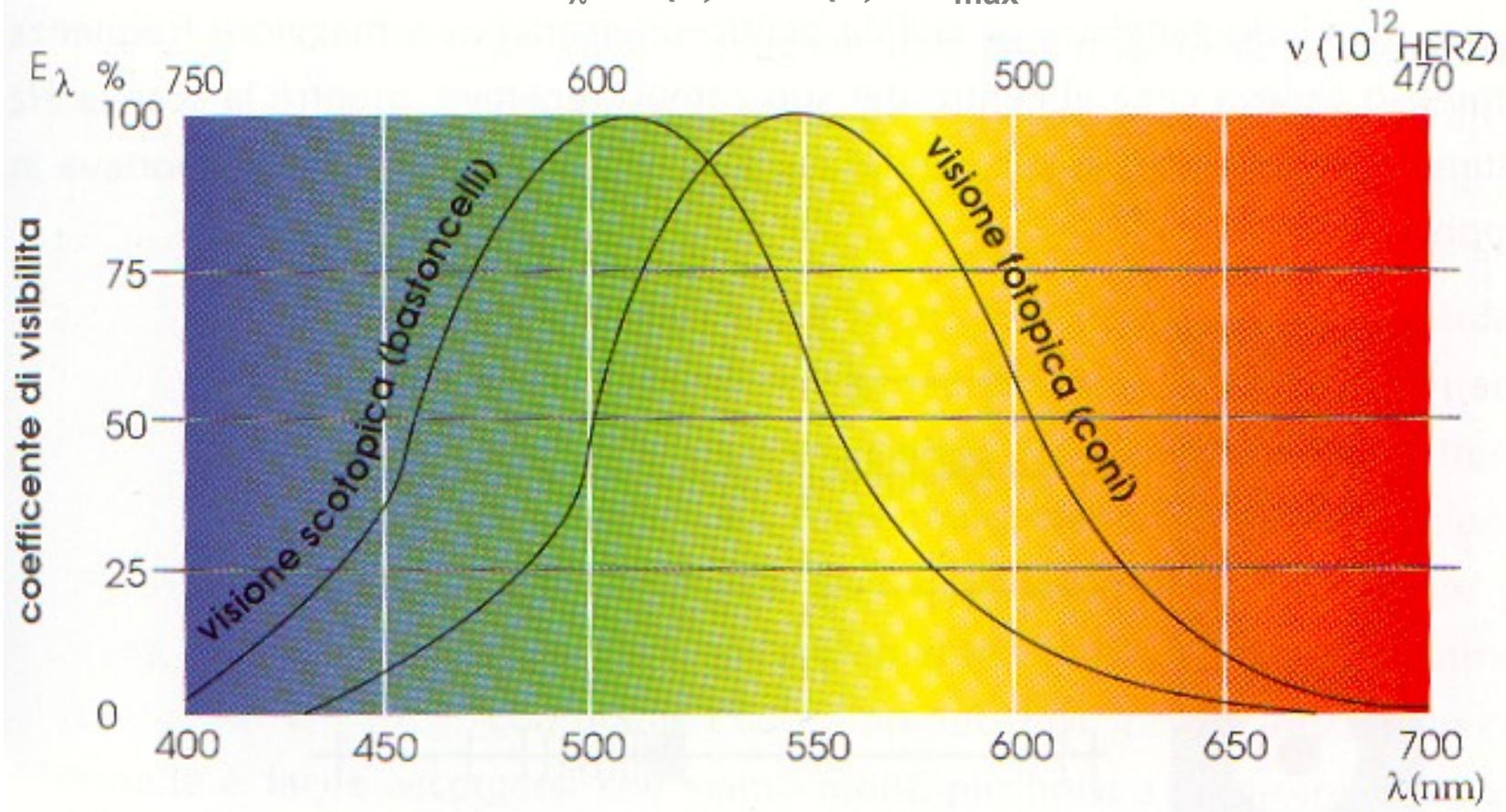


Il fenomeno della visione

diurna (fotopica)

notturna (scotopica)

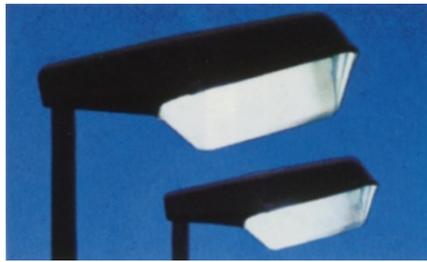
$$E_{\lambda} = V(\lambda) = K(\lambda) / K_{\max}$$





Visione Fotopica

**da 100.000 lux
a 50.000 lux**



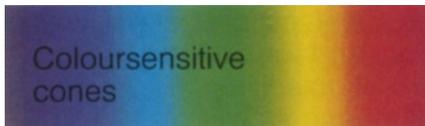
Visione Mesopica

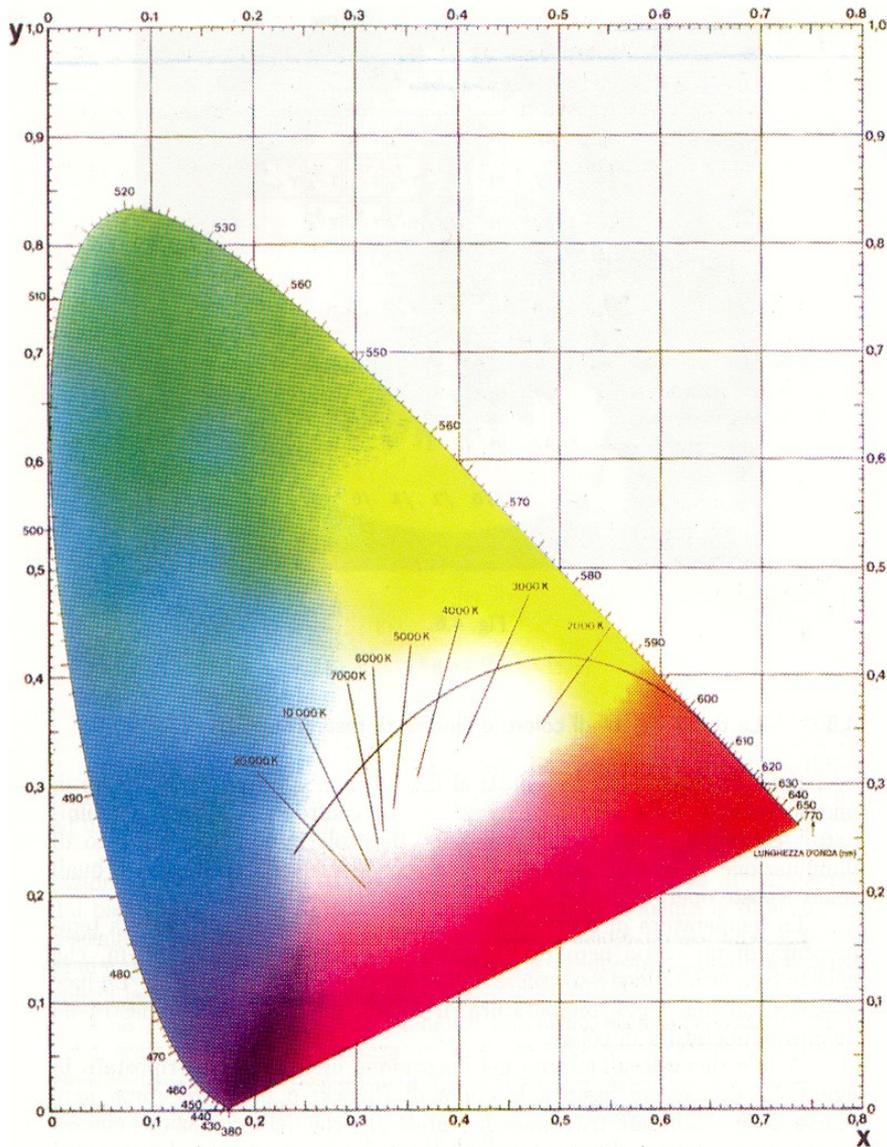
**da 50 lux
a 3 lux**



Visione Scotopica

**da 0.1 lux
a 0.01 lux**





Lampada	CCT (K)	R_a	X	Y
Alogena	3190	100	0,424	0,399
Fluorescente bianco freddo	4250	62	0,373	0,385
Fluorescente bianco caldo	3020	52	0,436	0,406
Fluorescente De Luxe bianco freddo	4050	89	0,376	0,368
Fluorescente De Luxe bianco caldo	2940	73	0,440	0,403
Fluorescente luce diurna	6250	74	0,316	0,345
Vapori di mercurio	5710	15	0,326	0,390
Vapori di mercurio corretti	4430	32	0,373	0,415
Vapori di mercurio con alogenuri	3720	60	0,396	0,390
Sodio alta pressione	2100	21	0,519	0,418

Diagramma colorimetrico CIE

Luce e Temperatura di Colore (luce naturale)

cielo boreale

luce del Nord



sole allo zenit

luce diurna



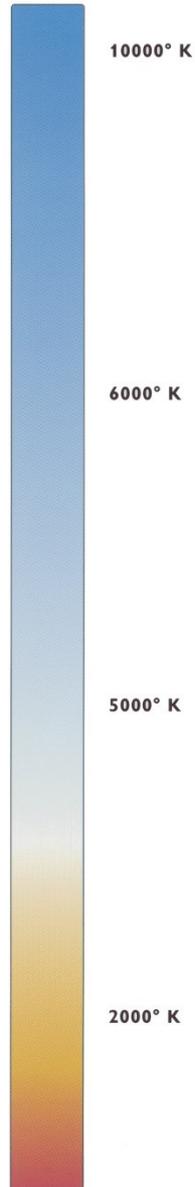
nel pomeriggio

luce del sole

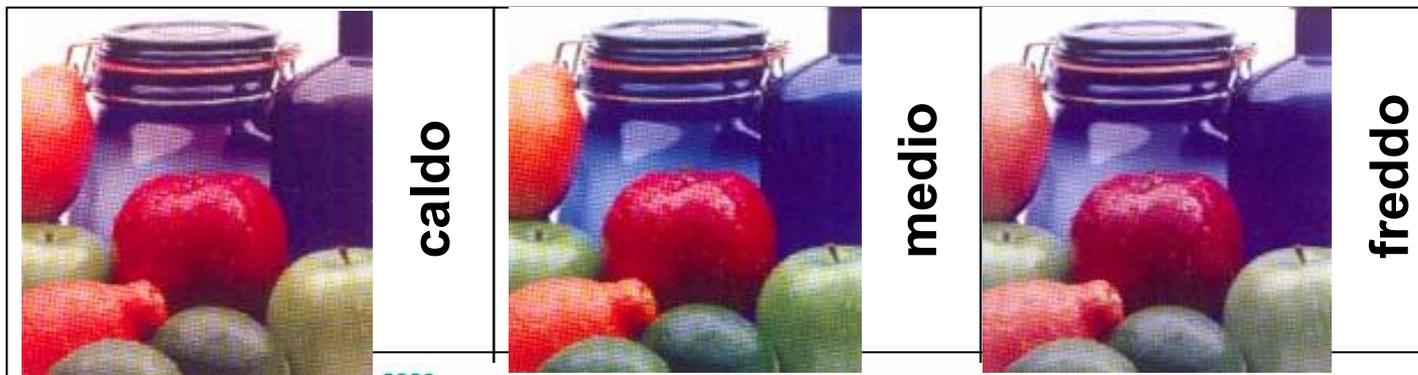


sole all'orizzonte

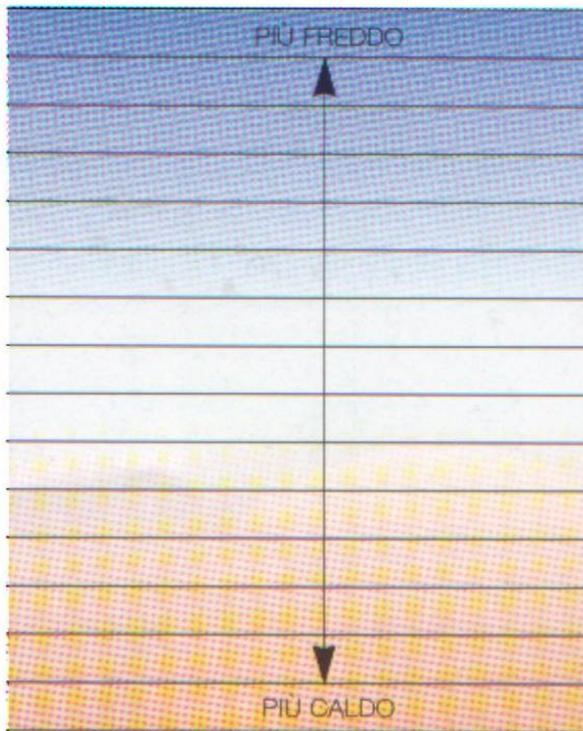
*luce
crepuscolare*



Luce e Temperatura di Colore (luce artificiale)



9000
8500
8000
7500
7000
6500
6000
5500
5000
4500
4000
3500
3000
2500
2000
1500



LUCE NORDICA / CIELO BLU

LAMPADA FLUORESCENTE
LUCE DIURNA

LAMPADA A VAPORI DI
MERCURIO CHIARA

LAMPADA AD ALOGENURI
METALLICI CHIARA

LAMPADA FLUORESCENTE
LUCE BIANCHISSIMA

LAMPADA FLUORESCENTE
TONO CALDO

LAMPADA A VAPORI DI SODIO AD
ALTA PRESSIONE

Sorgenti Luminose e Nuove Tecnologie: Impatto Ambientale e Risparmio Energetico

Fondazione Architetti Firenze - Marco Frascarolo

Indice di Resa Cromatica

Indice di Resa Cromatica Ra (in inglese CRI, Color Rendering Index), è una valutazione qualitativa sulla resa dei colori degli oggetti illuminati, che viene misurata attraverso il confronto con l'illuminazione attraverso una sorgente di riferimento, a cui viene attribuito un valore di CRI pari a 100.



Set di colori base

Set di colori ad alta saturazione:
ampliamento del set di base per migliorare la precisione della misurazione

Set di colori di oggetti noti:
Pelle e la vegetazione
campioni di colore per migliorare la precisione della misura

Courtesy of Osram

Sorgenti Luminose e Nuove Tecnologie: Impatto Ambientale e Risparmio Energetico

Fondazione Architetti Firenze - Marco Frascarolo



Luce e Colore

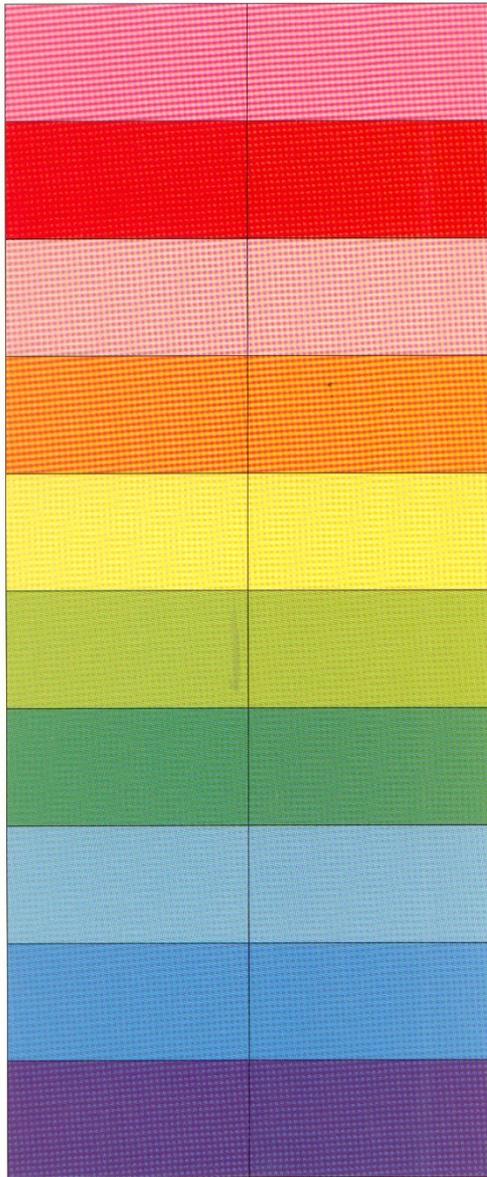
Indice di Resa Cromatica IRC
(CRI)

Vettori di Resa Cromatica (CRV)

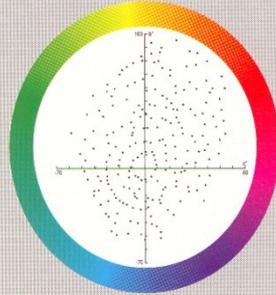
Tube fluorescente standard
(T=2700-6500 K)

ORIGINAL COLOUR

CORRESPONDING COLOUR



T L / P L
S U P E R / 9 0
A V E R A G E C R I 9 5



PHILIPS

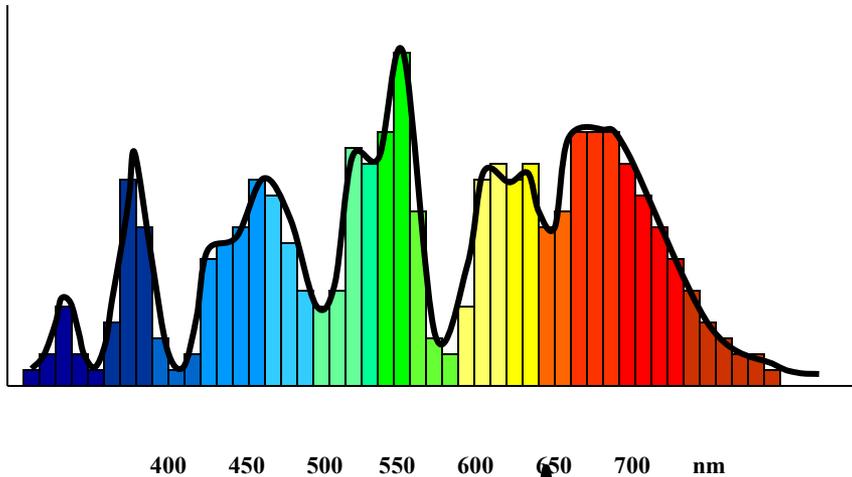
Luce e Colore

Indice di Resa Cromatica IRC (CRI)

Vettori di Resa Cromatica (CRV)

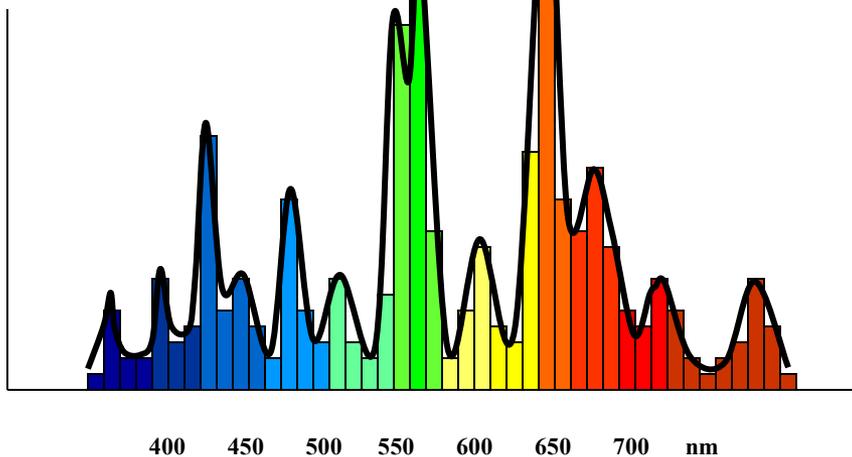
Tube fluorescente altissima qualità
(T=2700-6500 K)

Temperatura di colore e distribuzione spettrale



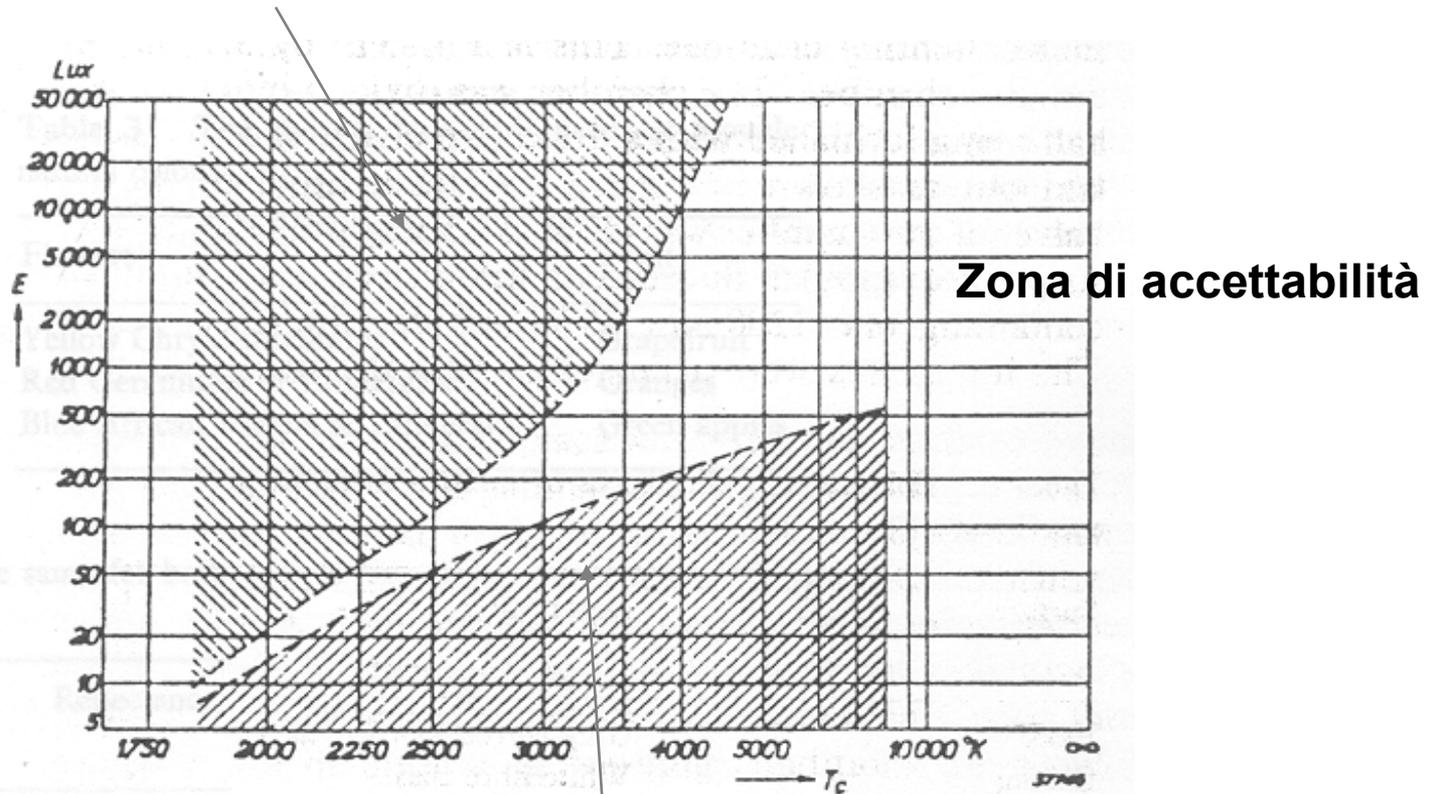
La temperatura di colore, per le lampade a scarica, rappresenta soltanto un concetto dal valore relativo.

Infatti, poiché la temperatura di colore rappresenta la sommatoria dell'energia emessa su tutto lo spettro, possono esistere sorgenti luminose aventi uguale temperatura di colore ma diversa distribuzione spettrale.



Il diagramma di Kruithof per l'individuazione delle T di colore ottimali

I colori appaiono innaturali



**I colori appaiono
freddi**

Temperatura di Colore, Indice di Resa Cromatica

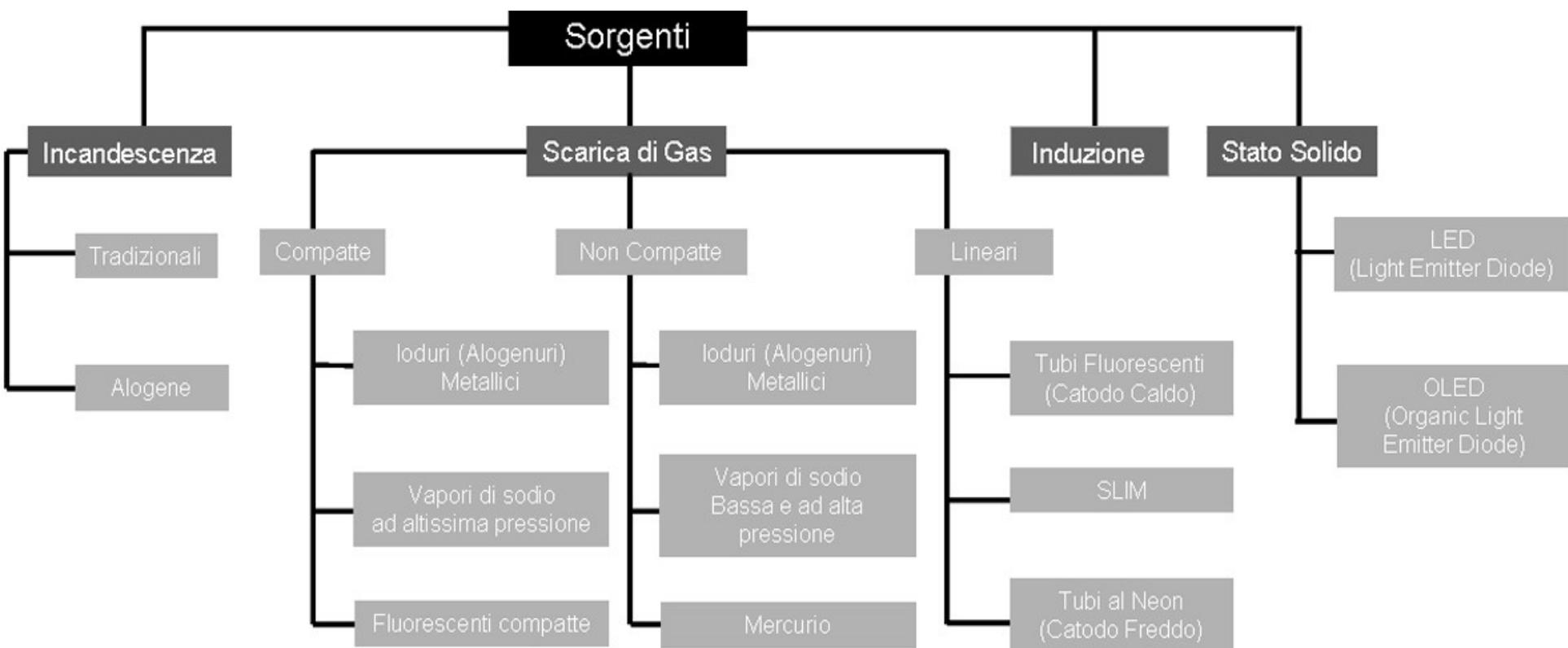
Gruppi di resa dei colori	Indice di resa dei colori	Tonalità di luce	Impieghi	
			Raccomandati	Accettabili
1A	$R_a > 90$	calda, neutra, fredda	confronto di colori, esami chimici, gallerie d'arte	
1B	$80 < R_a < 90$	calda, neutra, neutra, fredda	abitazioni, alberghi, ristoranti, negozi, uffici, scuole, ospedali stamperie, colorifici, ind. tessili, grafiche	
2	$60 < R_a < 80$	calda, neutra, fredda	industrie	uffici, scuole
3	$40 < R_a < 60$		lavori grossolani	industrie e lavori con modeste necessità di resa cromatica
4	$20 < R_a < 40$			

SORGENTI DI ILLUMINAZIONE

Parametri che caratterizzano le sorgenti

- **FLUSSO LUMINOSO**
- **EFFICIENZA LUMINOSA**
- **EMISSIONE DI ULTRAVIOLETTI ED INFRAROSSI**
- **TEMPERATURA DI COLORE**
- **RESA CROMATICA**
- **DURATA DI VITA**
- **TEMPO DI ACCENSIONE e RIACCENSIONE**
- **DIMENSIONI FISICHE e FORMA**
- **POSIZIONE DI FUNZIONAMENTO**

CLASSIFICAZIONE DELLE SORGENTI DI ILLUMINAZIONE



Lampade commerciali ad incandescenza

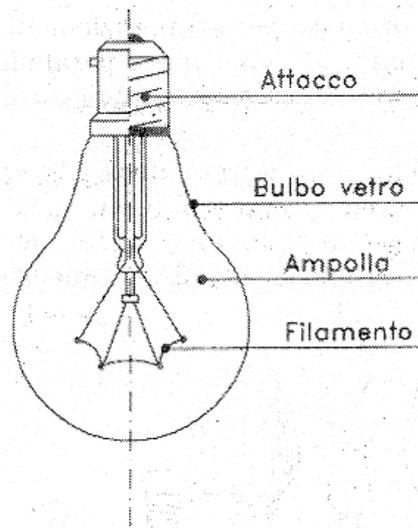
Tabella 5.1

Categoria	Tipo	Potenza assorbita (W)	Tensione di funzionamento (V)	Efficienza specifica (lm/W)	Durata (h)
Incandescenza	GLS	10÷150	220	14	1000
		150÷500	220	18	1000
	REFLECTOR	7÷80	220	14	1000
		80÷300	220	18	2000
	ALOGENE	5÷100	6÷24	18÷26	2000
		15÷150 500÷2000	220÷250 220÷250	18÷20 20÷25	2000

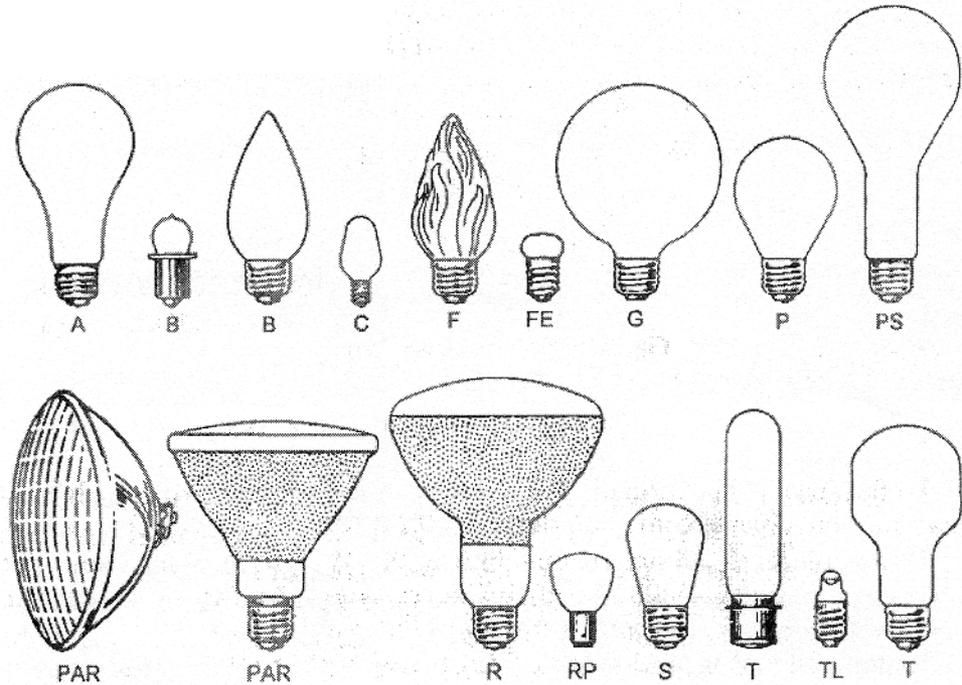
Luminanza media per lampade ad incandescenza tipo GLS o REFLECTOR da 200 a 700 cd/cm^2 e ad alogeni da 500 a 2.000 cd/cm^2

Lampade ad incandescenza

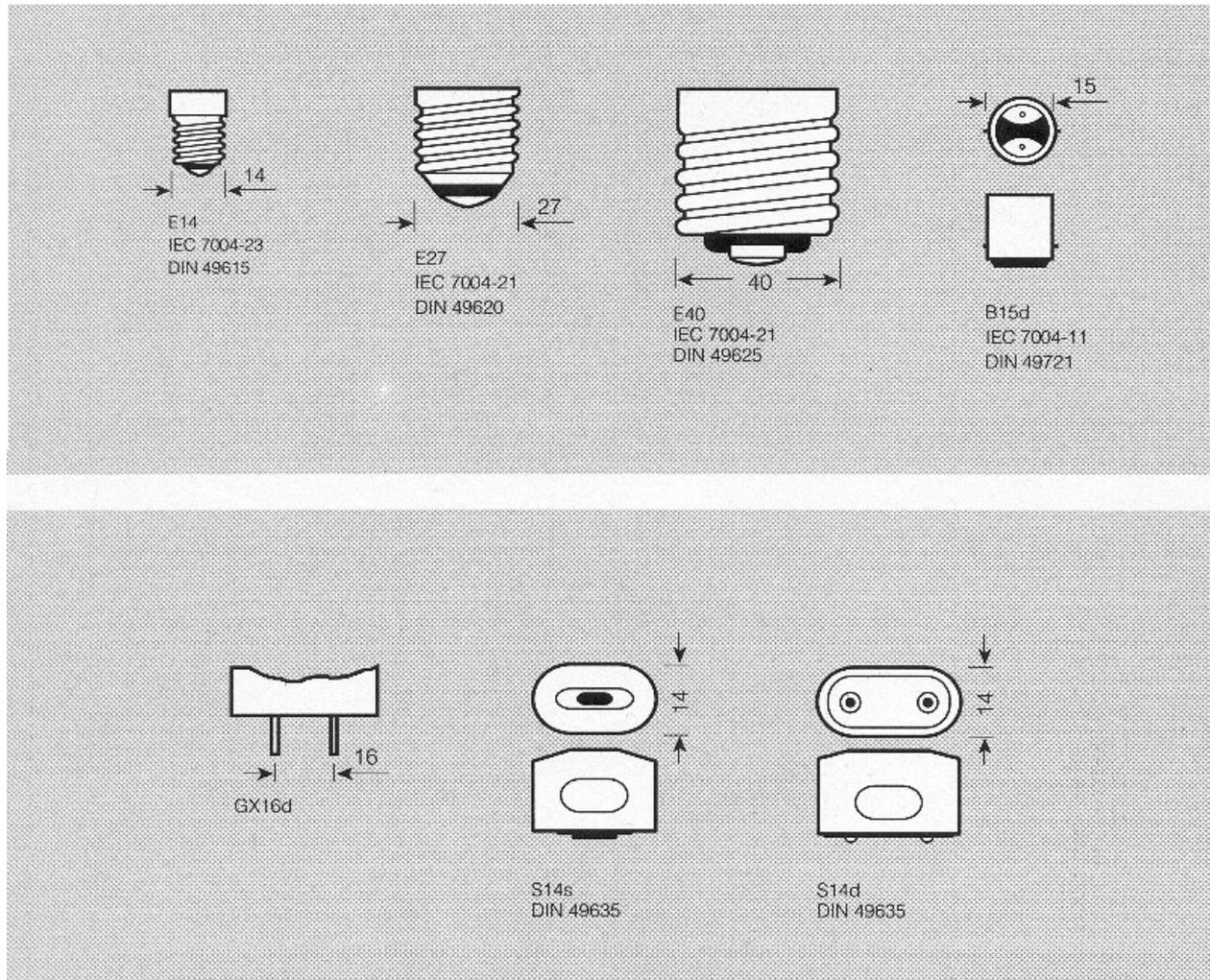
GLS



REFLECTOR



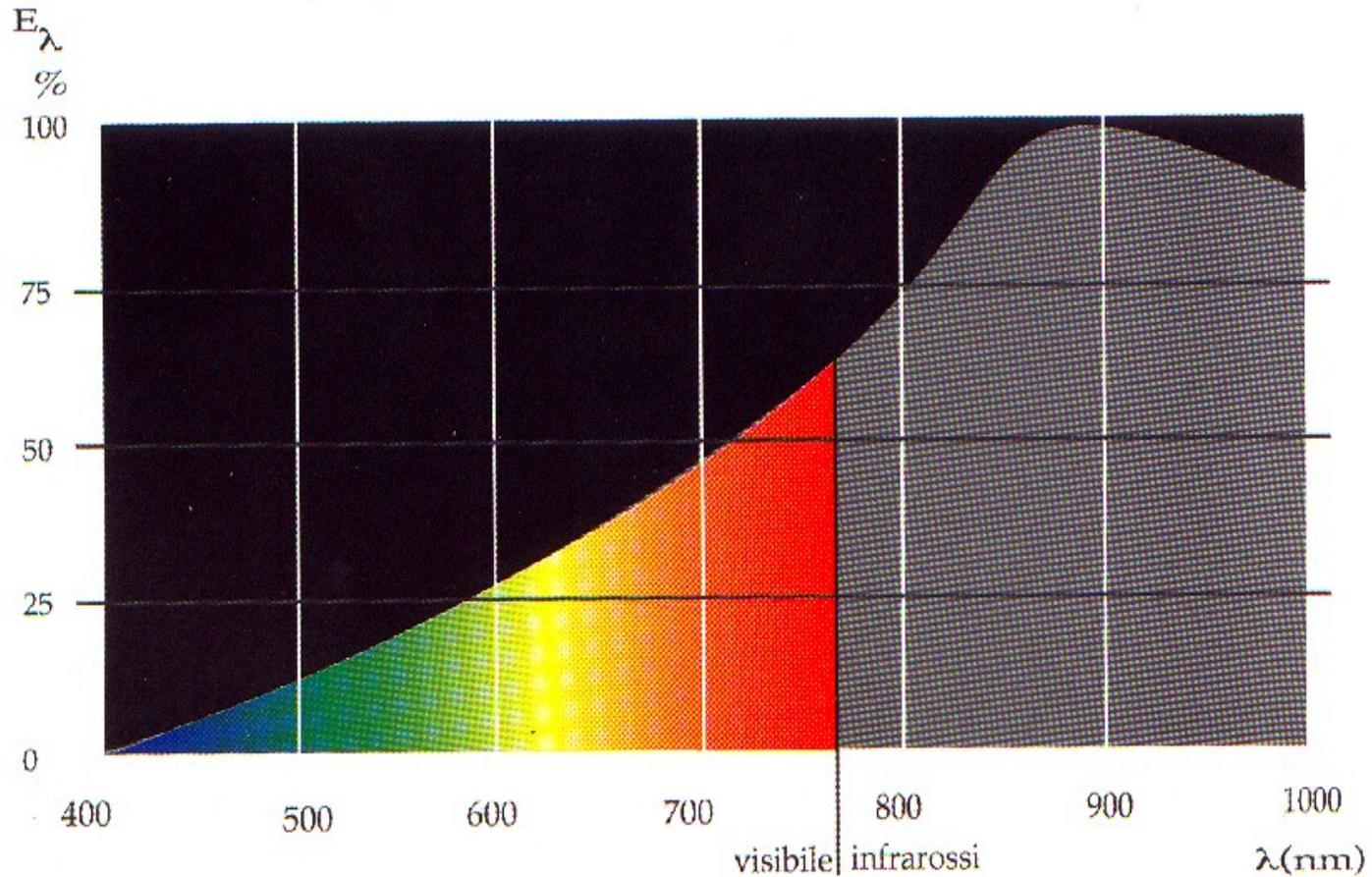
Lampade ad incandescenza: differenti tipi di attacco



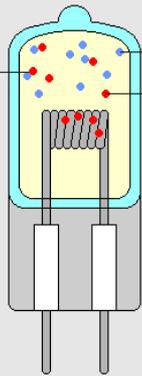
Lampade ad incandescenza



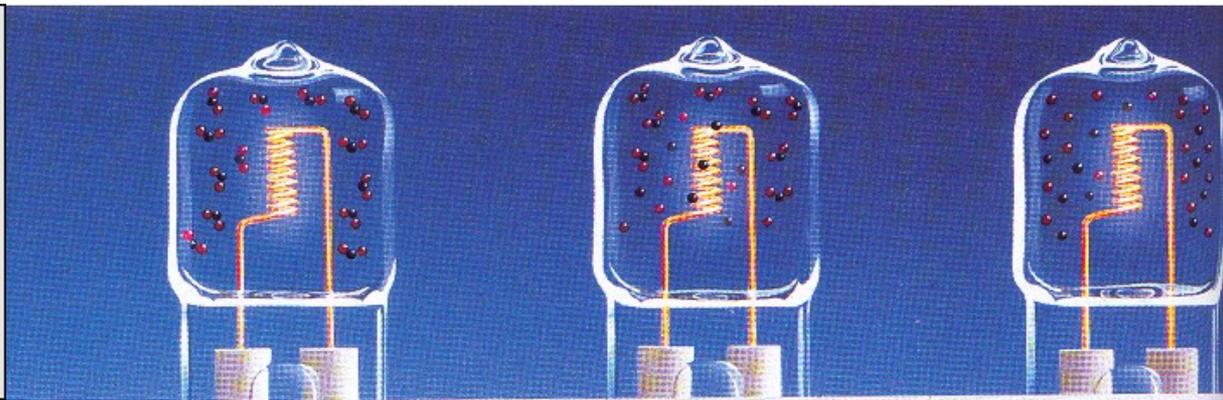
Lampade ad incandescenza: curva di emissione



Combinazione di
atomo di tungsteno
e atomo di alogeno

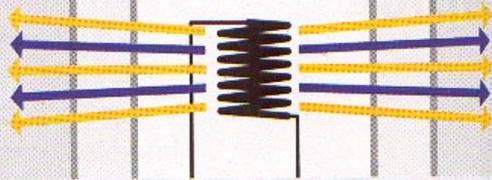


Atomo di alogeno
Atomo di tungsteno
evaporato dal filamento

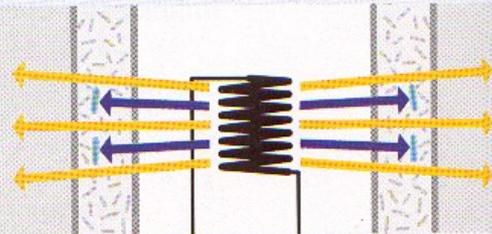


Lampade ad alogeni:

meccanismo di ricomposizione del filamento



*Il tradizionale vetro al quarzo lascia
passare i raggi UV insieme alla luce visibile.*

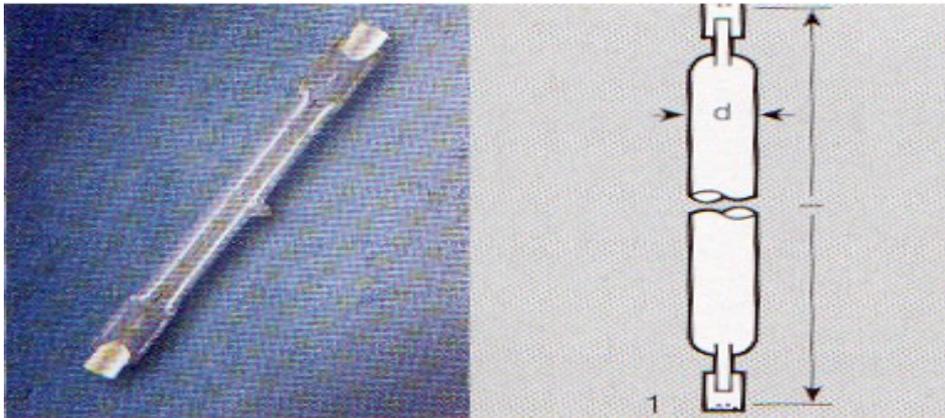
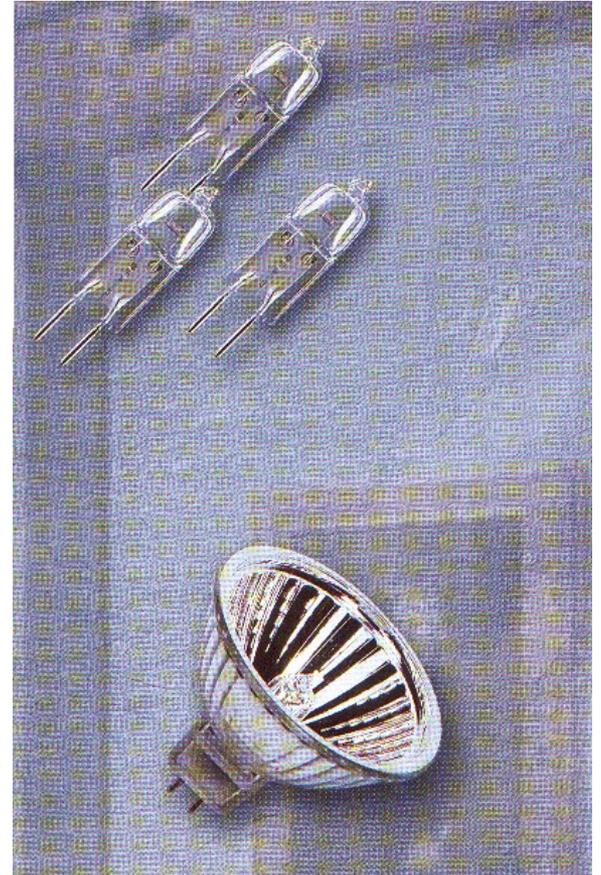
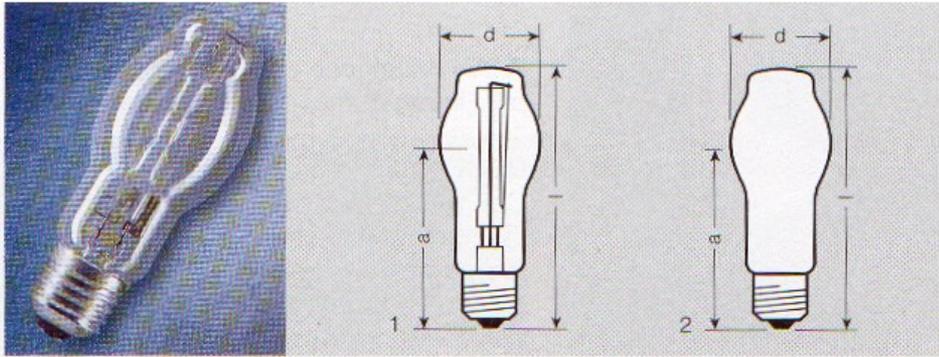


*Il vetro al quarzo UV-STOP non lascia
passare i raggi UV verso l'esterno. Dalla
lampada viene erogata solamente luce
visibile e una parte dei raggi UV-A.*

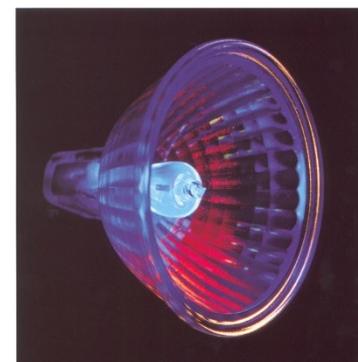
Lampade ad alogeni:

meccanismo di filtraggio delle radiazioni UV

Lampade ad incandescenza ad alogeni



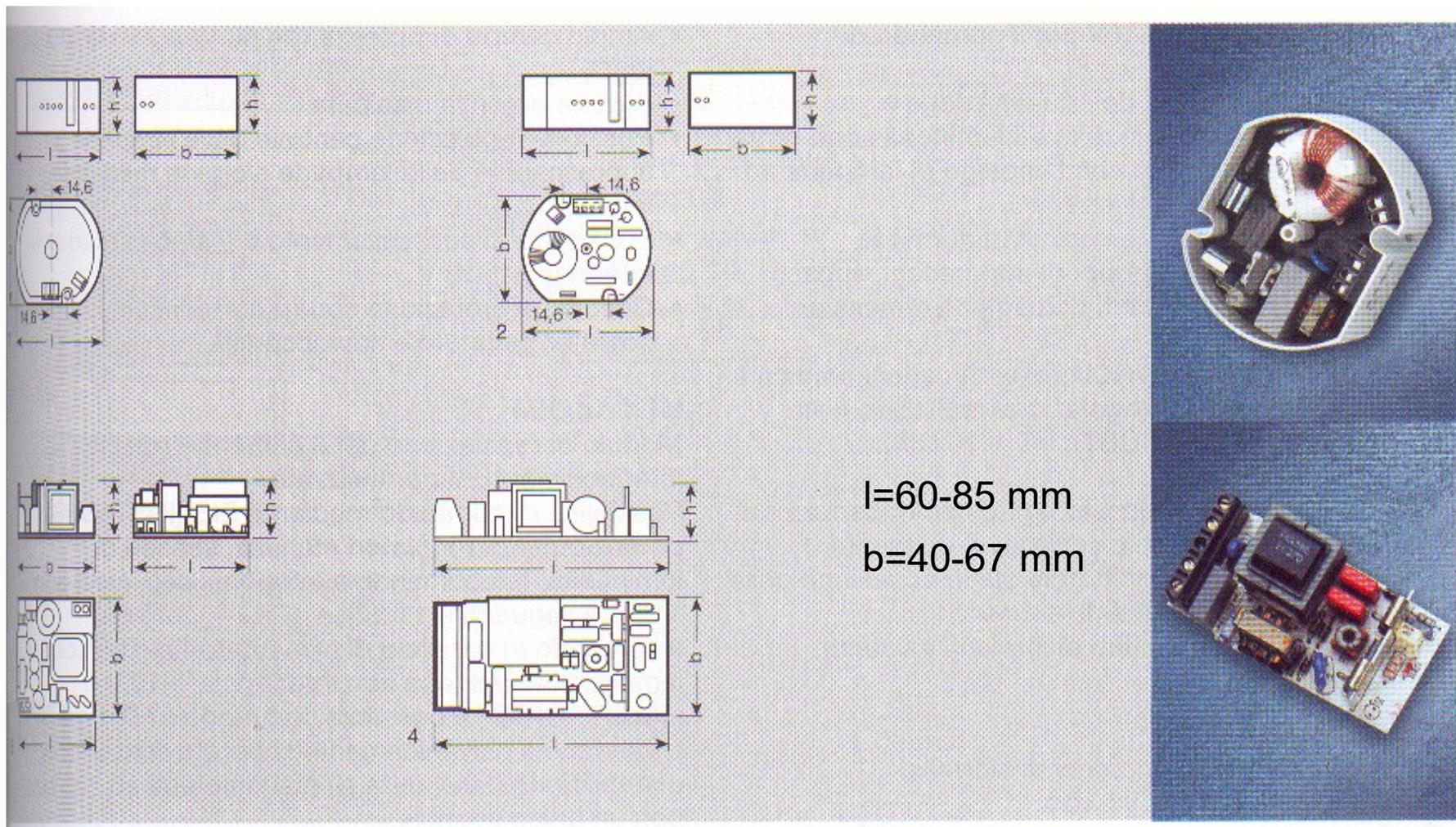
Lampade alogene a bassa tensione con riflettore incorporato



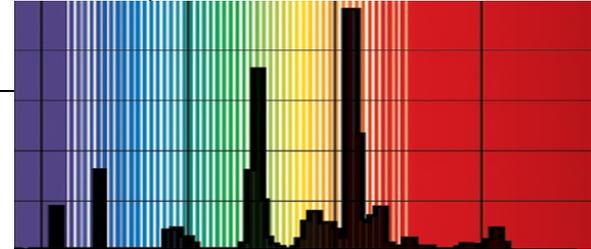
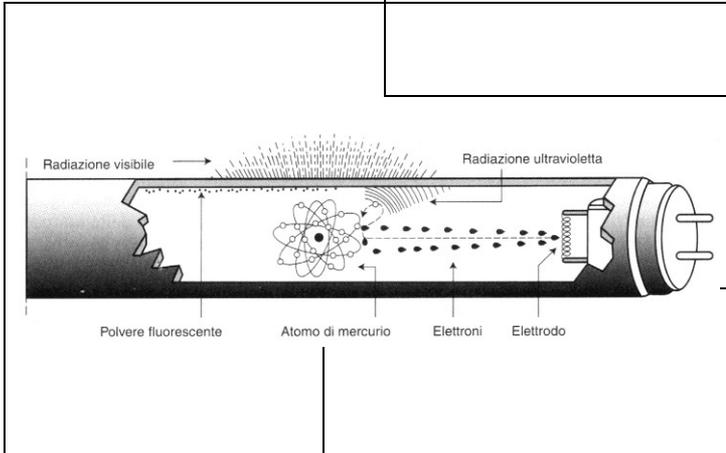
Cestello grande					
lampada	W	coni di luce			
		4°	8°	24°	45°
 QR 111	50				
	75				
	100				

Cestello piccolo					
lampada	W	coni di luce			
		5°>10°	10°>20°	20°>30°	30°>60°
 QR 73	50				
 QR CBC 51	50				
	65				

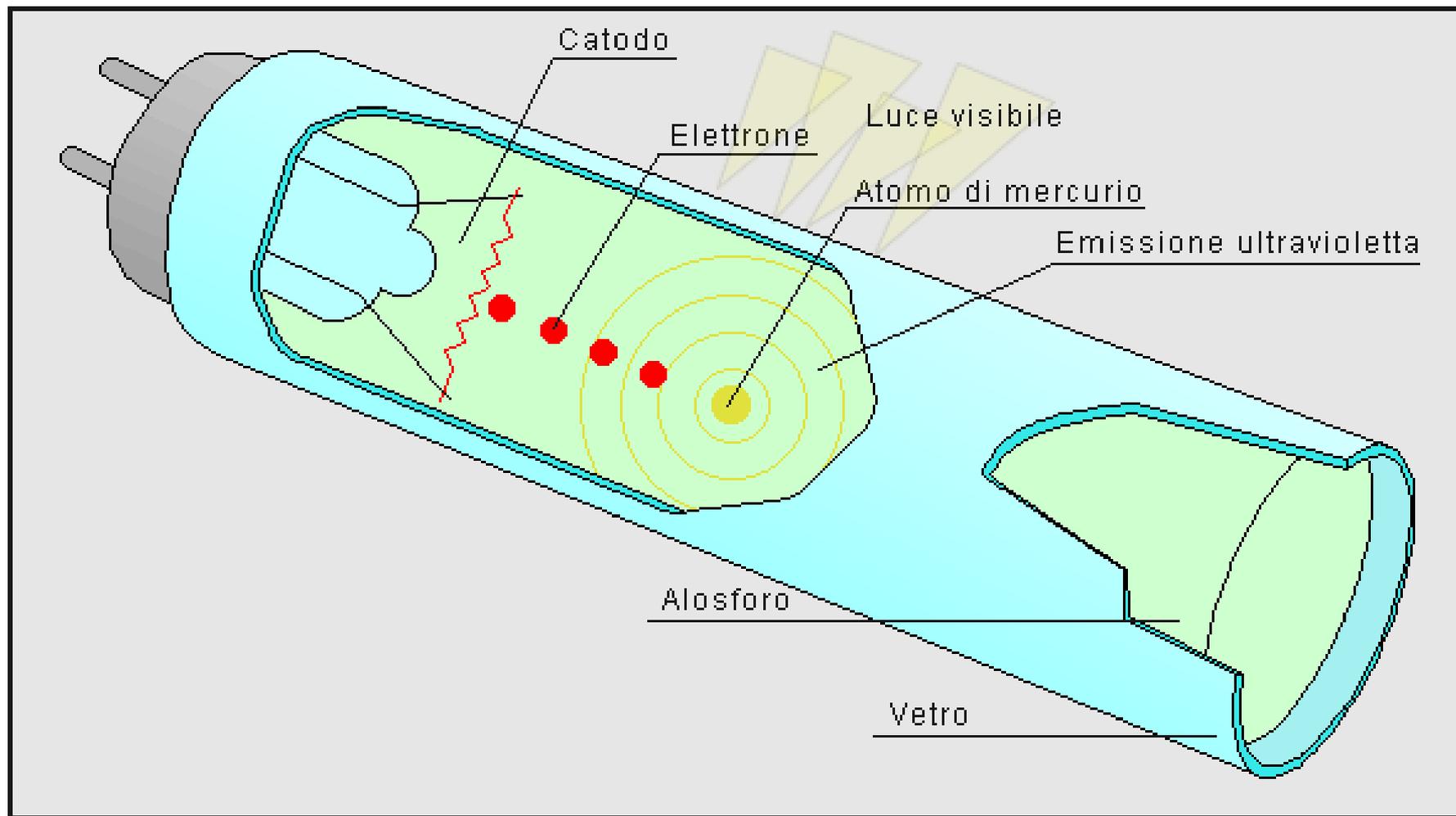
Trasformatore elettronico per lampade ad alogeni a bassa tensione



fluorescente



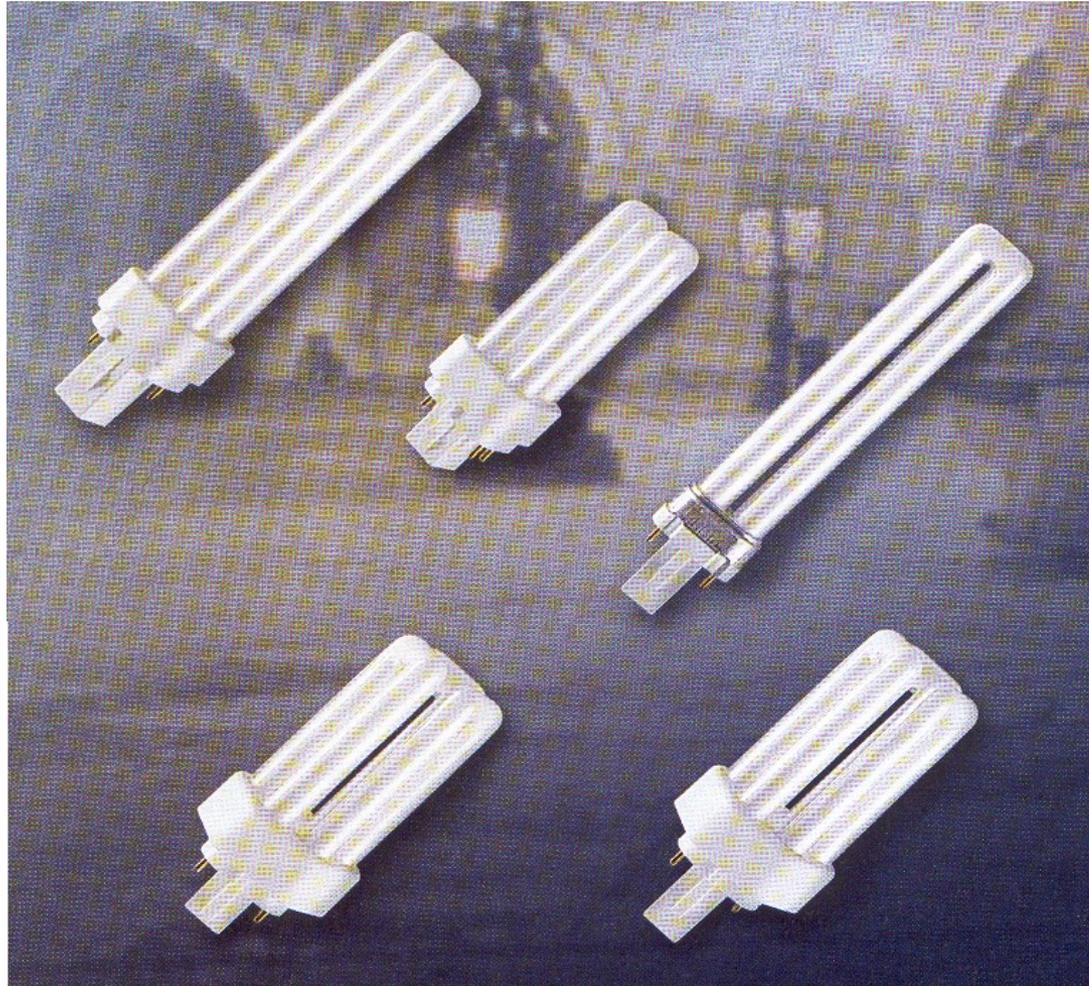
- POTENZA:
18W-80W
- EFFICIENZA LUMINOSA
CIRCA 60 lm/W
- DURATA:
7.500 ORE
- RESA DEI COLORI:
Ra=85-95
- TEMPERATURA DI COLORE:
T=3.000K
- LUMINANZA:
CIRCA 1 cd/mq
- TEMPO DI ACCENSIONE:
CIRCA 0
- TEMPO DI RIACCENSIONE:
CIRCA 0
- APPARECCHIATURE AUSILIARIE:
alimentatore, starter e condensatore; oppure
alimentatore elettronico



Sorgenti Luminose e Nuove Tecnologie: Impatto Ambientale e Risparmio Energetico

Fondazione Architetti Firenze - Marco Frascarolo

Lampade fluorescenti compatte



Lampade fluorescenti compatte con attacco E27

(interscambiabili con lampade ad incandescenza GLS)

Incandescenza		OSRAM DULUX® EL LONGLIFE
15 W	→	3 W
25 W	→	5 W
40 W	→	7 W
60 W	→	11 W
75 W	→	15 W
100 W	→	20 W
120 W	→	23 W

 10 lampadine a incandescenza 1 lampadina fluorescente compatte	 100% → 20%
---	--

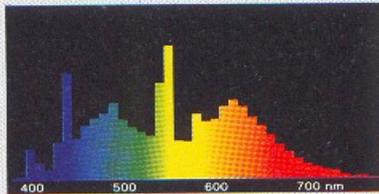
Durata **Consumo**



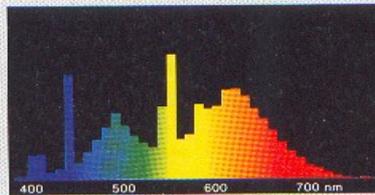
Sorgenti Luminose e Nuove Tecnologie: Impatto Ambientale e Risparmio Energetico

Fondazione Architetti Firenze - Marco Frascarolo

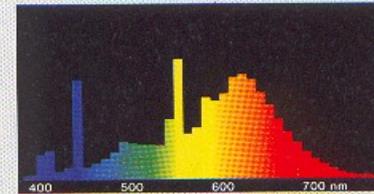
Lampade fluorescenti compatte: diagrammi di emissione



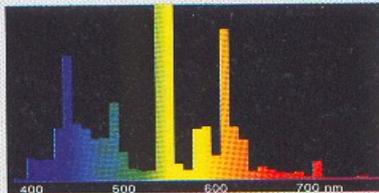
Tonalità di luce 12 LUMILUX® DE LUXE
Luce diurna (5400 K)



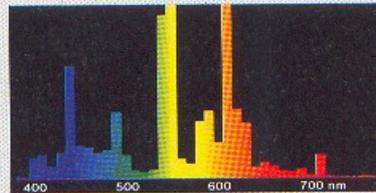
Tonalità di luce 22 LUMILUX® DE LUXE
Luce bianchissima (3800 K)



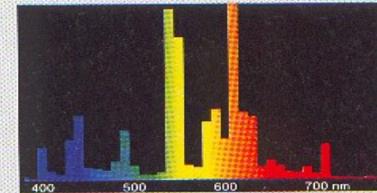
Tonalità di luce 32 LUMILUX® DE LUXE
Tono caldo (3000 K)



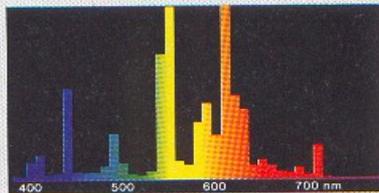
Tonalità di luce 11-860 LUMILUX®
Luce diurna (6000 K)



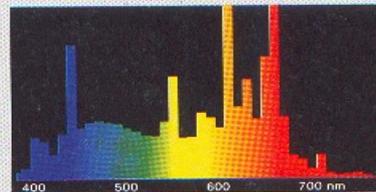
Tonalità di luce 21-840 LUMILUX®
Luce bianchissima (4000 K)



Tonalità di luce 31-830 LUMILUX®
Tono caldo (3000 K)



Tonalità di luce 41-827 LUMILUX
INTERNA® (2700 K)



Tonalità di luce 76 NATURA DE LUXE
(3500 K)

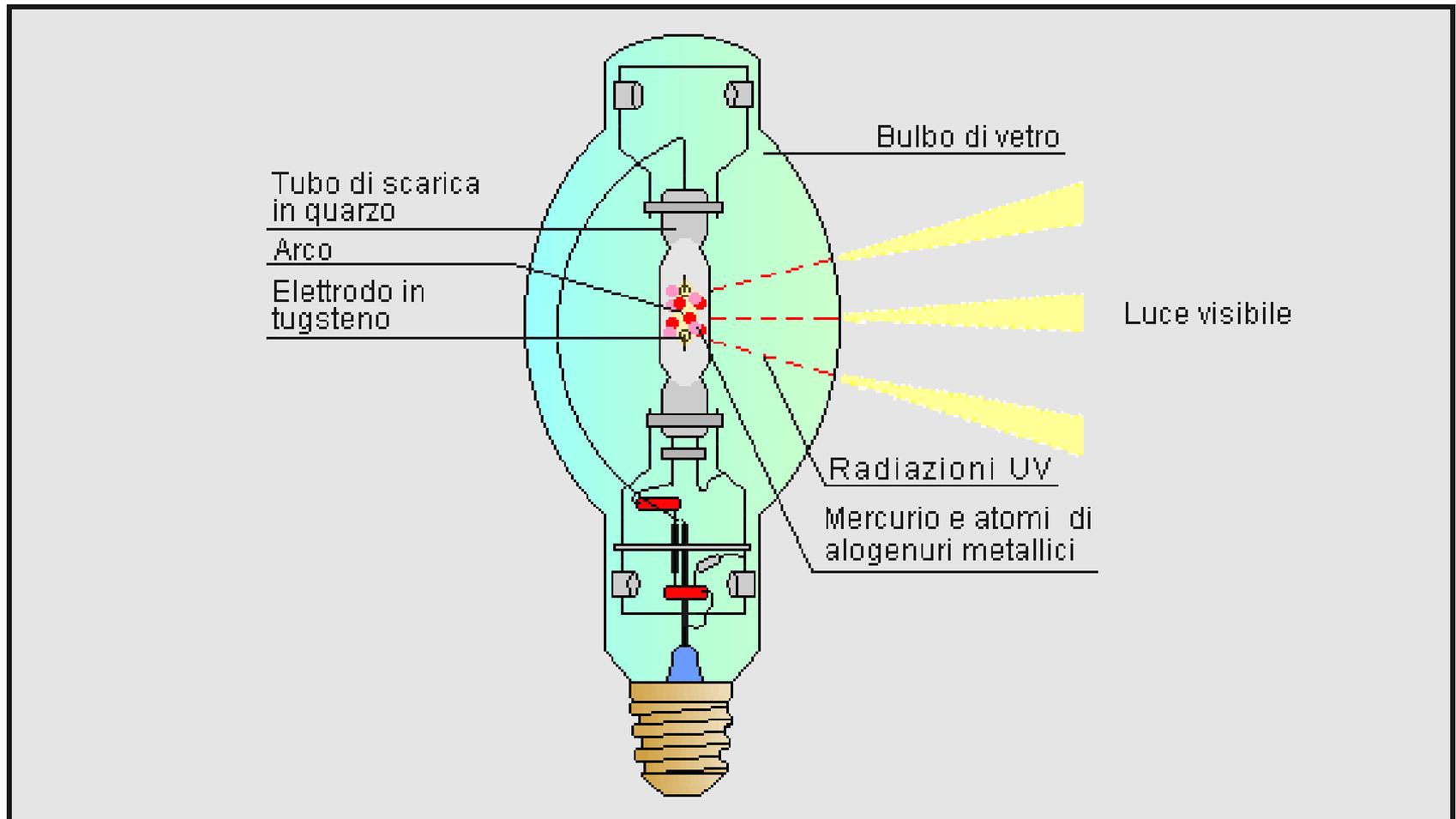
TONALITÀ DI LUCE E RESA DEI COLORI DELLE LAMPADINE DULUX

Campo del visibile: da 380 a 780 nm

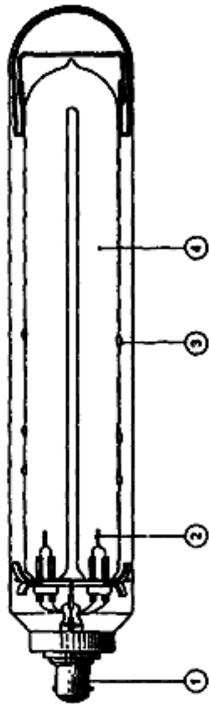
L'altezza delle figure corrisponde a:
400 mW

1000 lm x 10 nm

Lampada a scarica

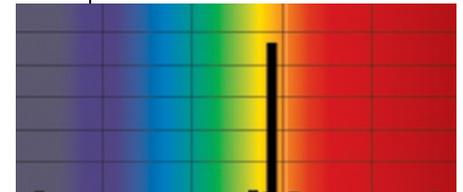


sodio bassa pressione

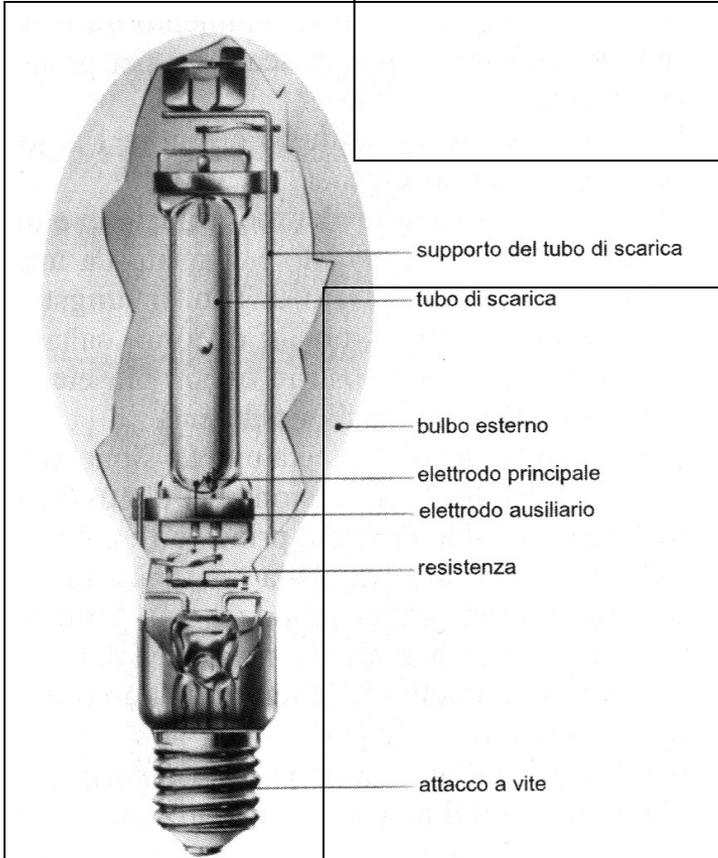


Schema di una lampada al sodio a bassa pressione
1 - Base a batonetta; 2 - Catodo al tungsteno; 3 - Piccola cavità per raccolta sodio; 4 - Tubo di scarica.

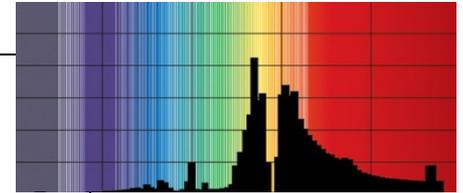
- POTENZA:
18W-180W
- EFFICIENZA LUMINOSA
CIRCA 150 lm/W
- DURATA:
18.000 ORE
- RESA DEI COLORI:
Ra=QUASI 0
- TEMPERATURA DI COLORE:
T=2.000-2.500K
- LUMINANZA:
7-9 cd/mq
- TEMPO DI ACCENSIONE:
CIRCA 1 MINUTO
- TEMPO DI RIACCENSIONE:
CIRCA 0
- APPARECCHIATURE AUSILIARIE:
reattore accenditore e condensatore



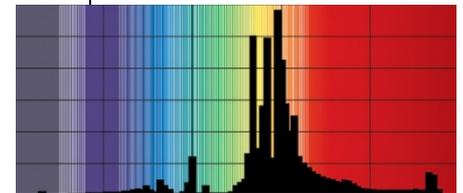
sodio alta pressione



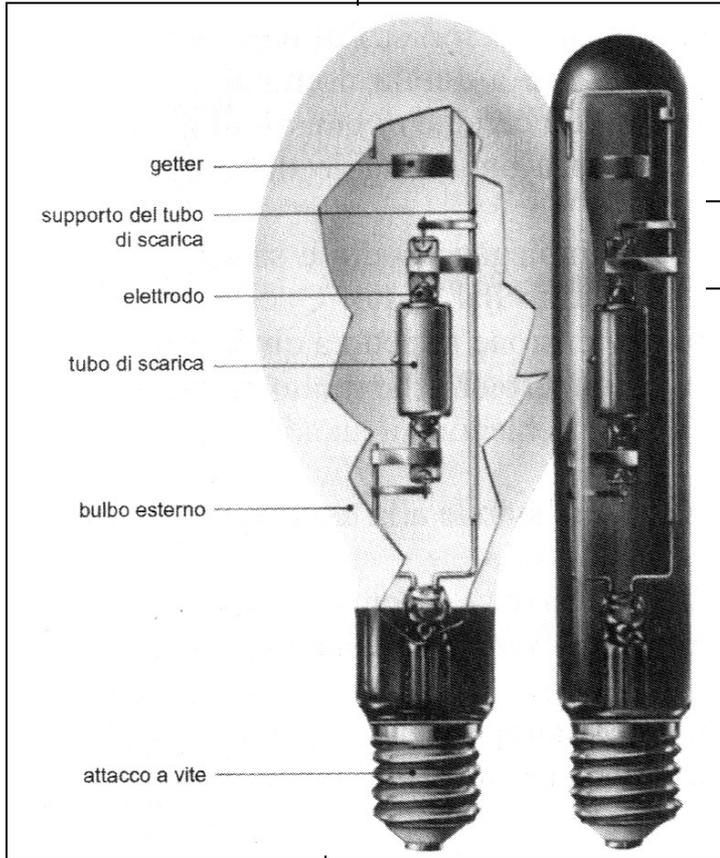
- POTENZA:
35W-1.000W
- EFFICIENZA LUMINOSA
CIRCA 110 lm/W
- DURATA:
12.000 ORE
- RESA DEI COLORI:
Ra=25-80
- TEMPERATURA DI COLORE:
T=2.000-2.500K
- LUMINANZA:
25-700 cd/mq
- TEMPO DI ACCENSIONE:
CIRCA 5 MINUTI
- TEMPO DI RIACCENSIONE:
CIRCA 1 MINUTO
- APPARECCHIATURE AUSILIARIE:
alimentatore accenditore e condensatore



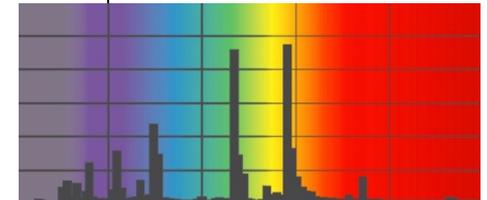
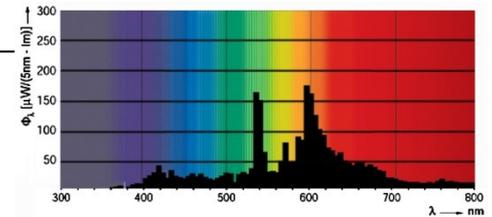
Ra=65



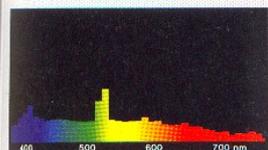
alogenuri metallici



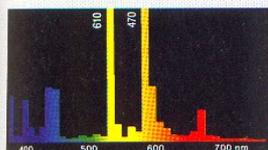
- POTENZA:
35W-3.500W
- EFFICIENZA LUMINOSA
CIRCA 90 lm/W
- DURATA:
9.000 ORE
- RESA DEI COLORI:
Ra=85-95
- TEMPERATURA DI COLORE:
T=3.000-6.000K
- LUMINANZA:
20-1000 cd/mq
- TEMPO DI ACCENSIONE:
CIRCA 4 MINUTI
- TEMPO DI RIACCENSIONE:
CIRCA 10 MINUTI
- APPARECCHIATURE AUSILIARIE:
alimentatore accenditore e condensatore



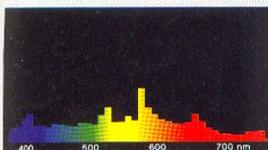
POWERSTAR® HQI®



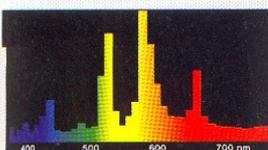
HQI®.../D



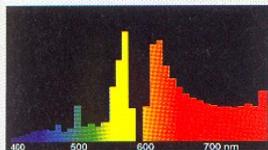
HQI®.../N



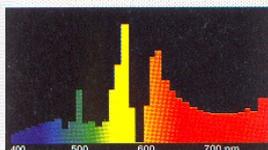
HQI®.../NDL



HQI®-TS.../WDL

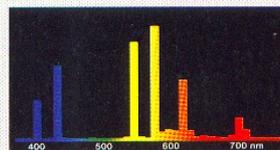


COLORSTAR DSX® 2700K

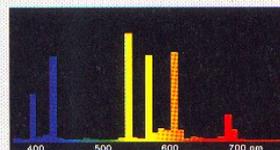


COLORSTAR DSX® 3100K

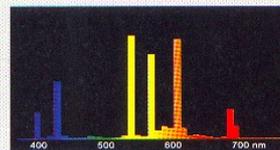
LAMPAD E HQL®



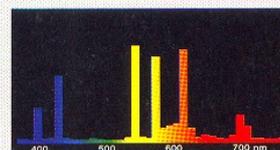
HQL®



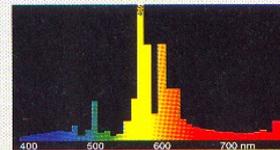
HQL® DE LUXE



HQL® SUPER DE LUXE

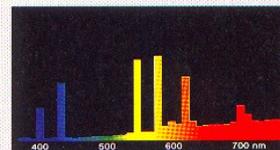


HQL®-R DE LUXE

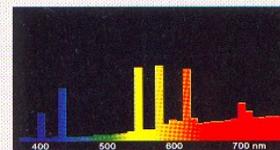


CITYLIGHT® DS® 80 W

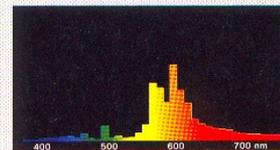
LAMPAD E HWL®
NAV®- E
LAMPAD E SOX



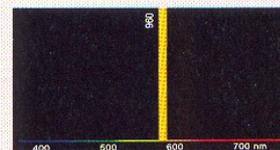
HWL®



HWL®-R DE LUXE



VIALOX® NAV®/Standard/SUPER



SOX

Lampade a scarica :
diagrammi di emissione
col.1 - alogenuri metallici
col.2 - mercurio alta pressione
col.3 - sodio alta pressione

Per gli spettri DSX® e DS®
vedere pagine 5.12 e 5.14.

le e Risparmio Energetico

Lampade a scarica compatte

Ioduri metallici

tipo: “master colour”



Sodio altissima pressione
tipo: “white son”



LED

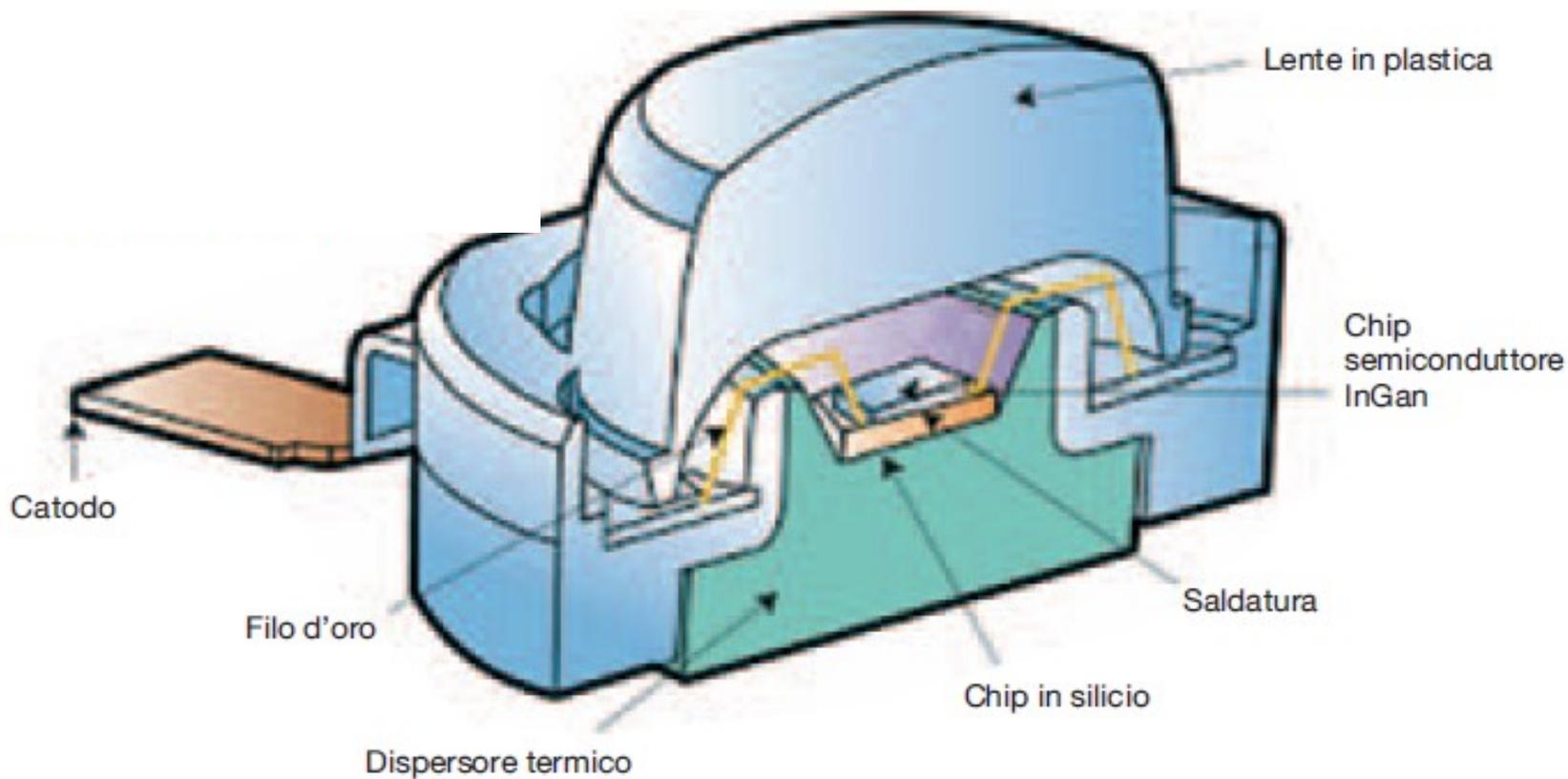


Fig. C.1.1.74 - Tipologia Surface-Mount Technology. (fonte Philips)

LED - funzionamento

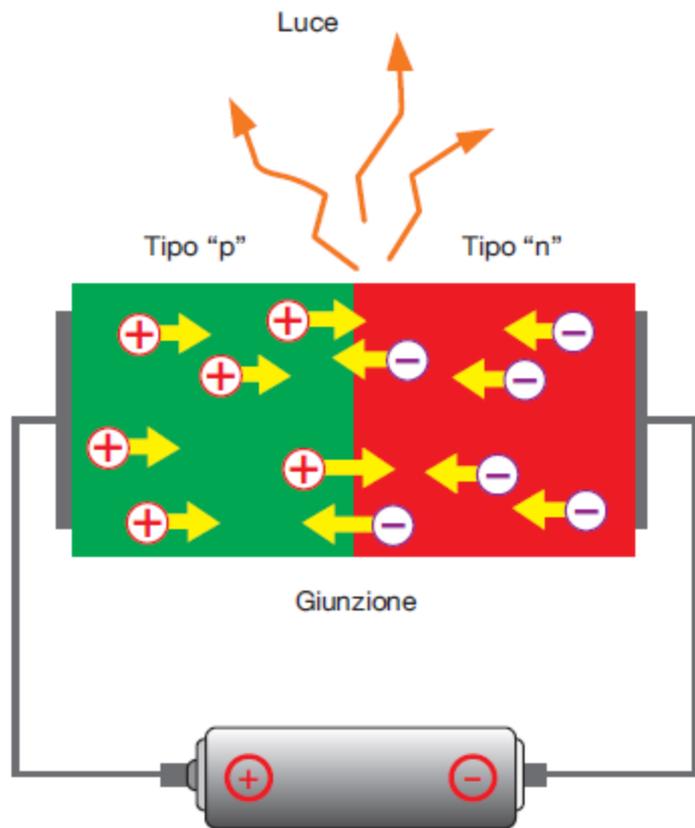


Fig. C.1.1.72 - Schema di funzionamento di un led. (fonte Philips)

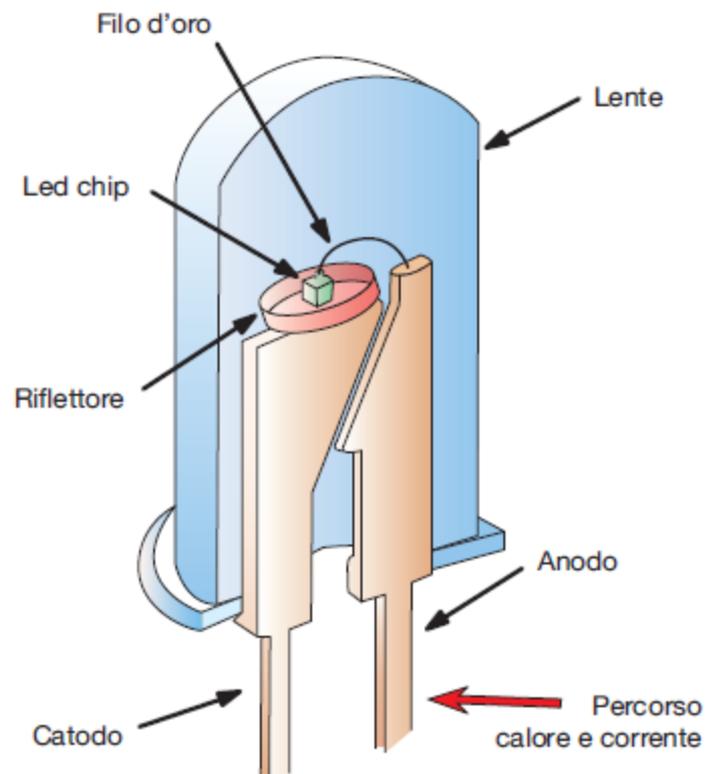


Fig. C.1.1.73 - Tipologia Through-Hole Technology. (fonte Philips)

LED Bianco

LED bianco

Esistono quattro metodi per ottenere luce bianca e per ognuno di essi variazioni di valori di resa cromatica e temperatura di colore.

- Il primo metodo è denominato RGB. La luce bianca viene generata attraverso la miscela delle emissioni di tre led nei tre colori fondamentali (rosso, verde e blu). Questo metodo si basa sulla sintesi additiva (cfr. A.1.2) (figg. C.1.1.79-81).
- Il secondo metodo impiega un led blu, la cui luce è convertita in luce bianca da una polvere gialla fluorescente interna (figg. C.1.1.82-84).
- Il terzo metodo fa uso della composizione AlInGaN ricoperta da cristalli fosforescenti (fosfori multipli). Anche in questo caso si ottiene luce bianca a partire dai led blu (fig. C.1.1.85).
- Il quarto metodo si basa sulla conversione in energia visibile degli UV tramite fosfori, in analogia a quanto avviene nelle lampade fluorescenti (fig. C.1.1.86).

Tab. C.1.1.17 - Vantaggi dei vari metodi per ottenere il led bianco

LED bianco	Vantaggi
RGB	Efficienza, punto bianco impostabile, feedback control
LED blu + fosfori gialli	Semplice, buona Ra, stabilità e affidabilità
LED blu + fosfori multipli	Ottima Ra, stabilità e affidabilità, punto bianco stabile
LED blu + fosfori RGB	Eccellente Ra, lieve degradazione materiali, punto bianco stabile

LED Bianco – sistema RGB

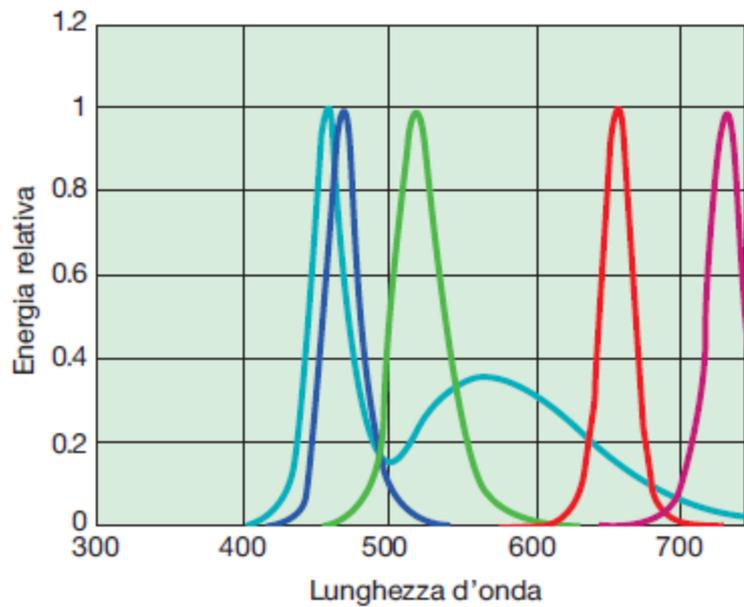
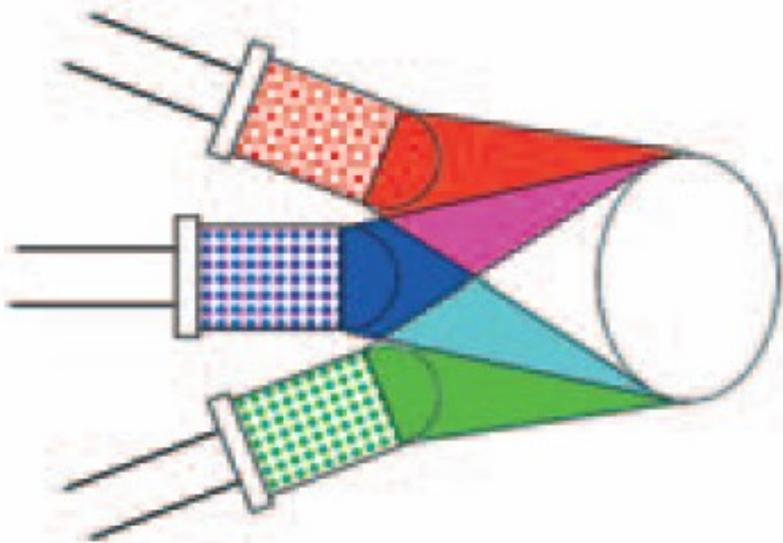
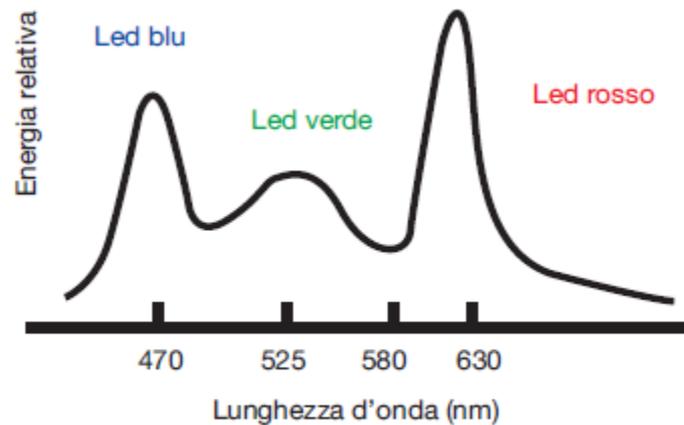


Fig. C.1.1.78 - Spettro di emissione di led colorati e bianco (curva ciano). (fonte Philips)



Figg. C.1.1.79-81 - Creazione led bianco con sistema RGB. (fonte Philips e Lumileds)

LED Bianco – dal LED BLU

led blu + polvere fluorescente = led bianco



Indice di resa dei colori > 80
Temperatura di colore > 6.000 k

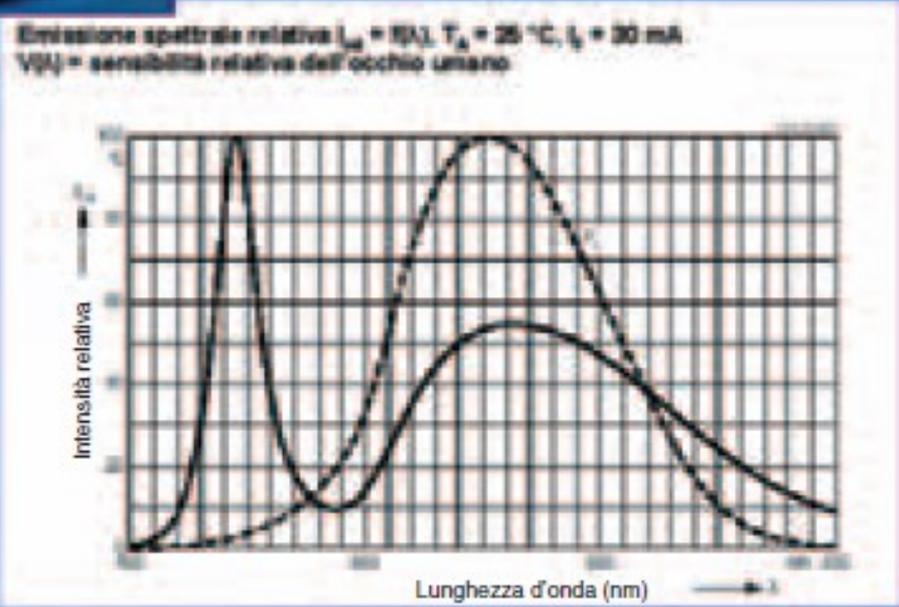
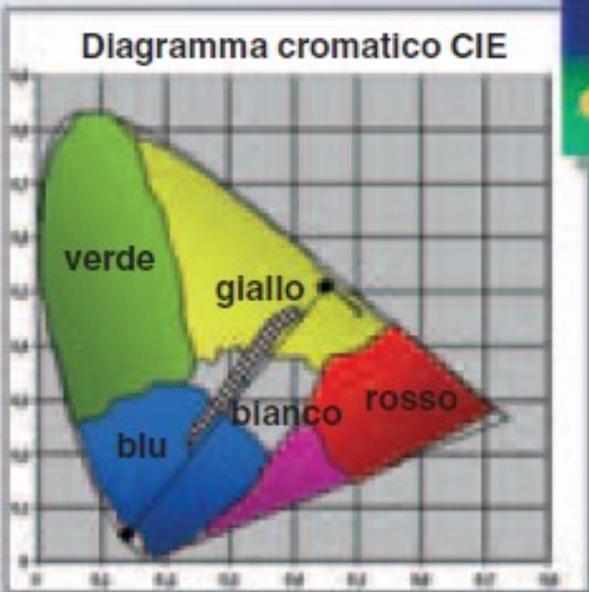


Fig. C.1.1.82 - Creazione di luce bianca attraverso dei led blu. (fonte Osram)

LED Bianco – dal LED BLU

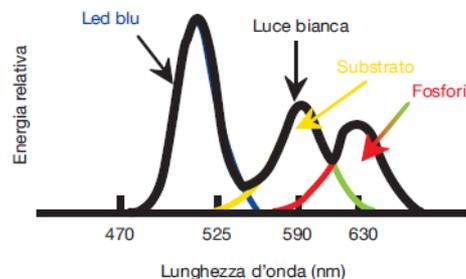
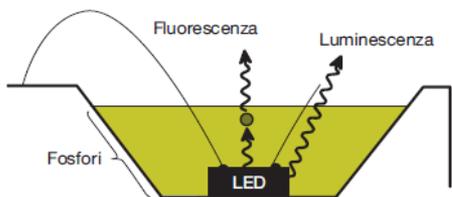
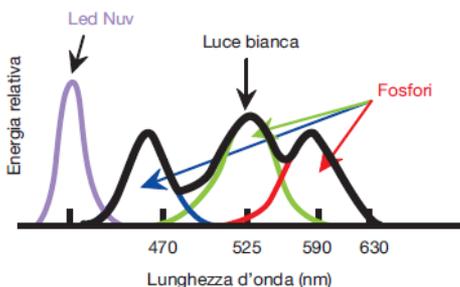
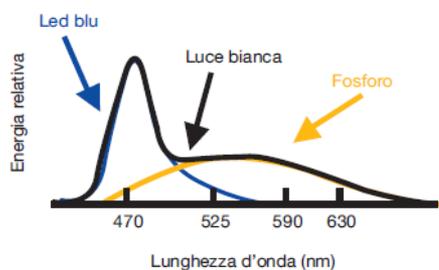


Fig. C.1.1.85 - Deposito di fosfori multipli sulla superficie dei led.

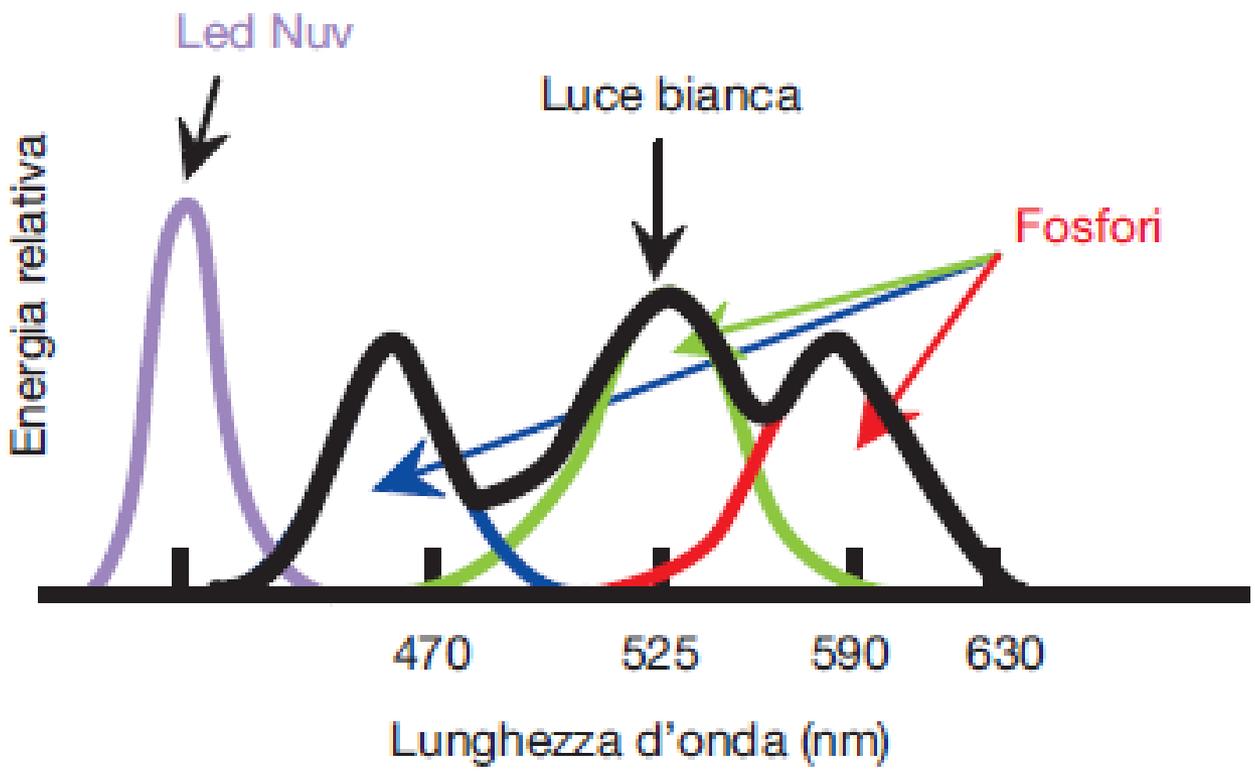


Per produrre emissioni su tutto lo spettro del visibile si ricorre alla cosiddetta “conversione della luminescenza”; questo metodo consiste nell’applicazione di uno strato di fosfori al diodo in modo da convertire parte della radiazione nelle porzioni di spettro rosso e verde mancante

Si intuisce quindi che la massima efficienza luminosa si ottiene applicando la minima quantità di fosfori possibile pertanto temperature di luce più calde hanno rese luminose fino al 40% inferiori

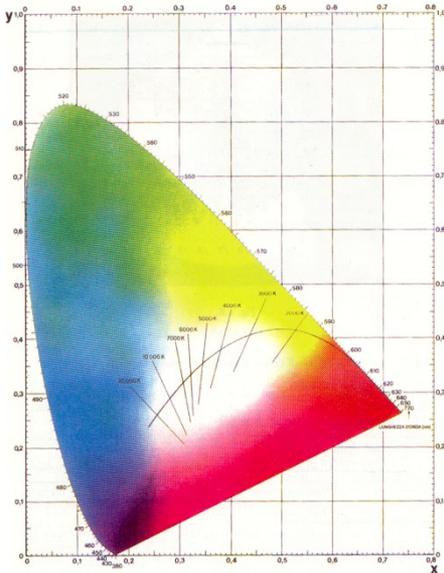
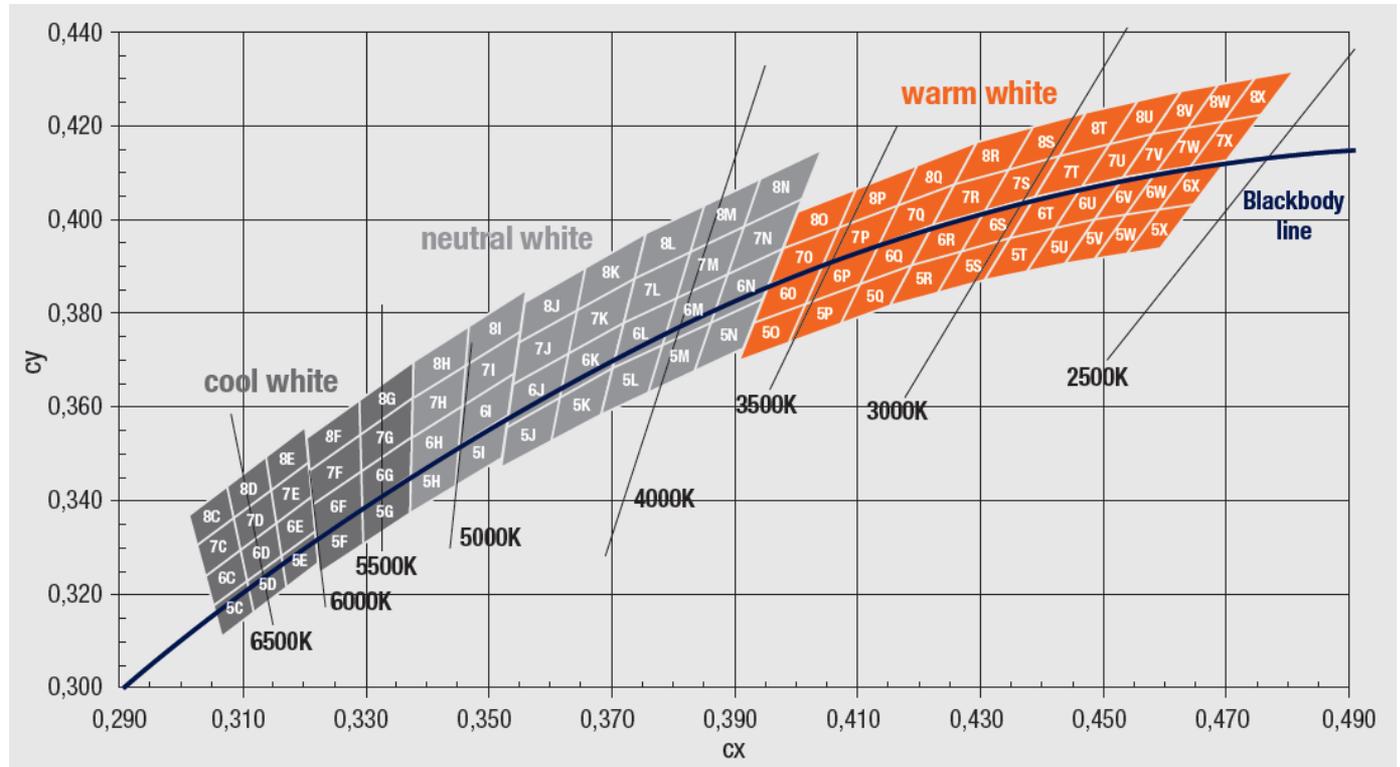
LED Bianco – emissione UV + fosfori

Il quarto metodo si basa sulla conversione in energia visibile degli UV tramite fosfori, in analogia a quanto avviene nelle lampade fluorescenti



XLAMP XM-L LED BINNING & LABELING – LED CREE

La classificazione del bianco nei LED:
un passo avanti rispetto
alla Temperatura di Colore



Performance spettrali dei LED:

Sistema di Binning e indice di resa cromatica per applicazioni museali

FLUORESCENTI

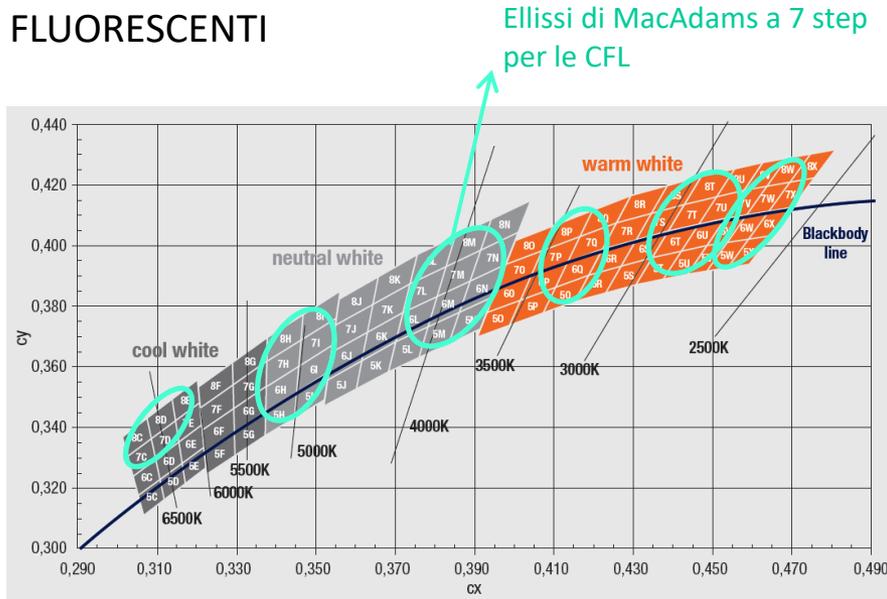


Figure 1

LED

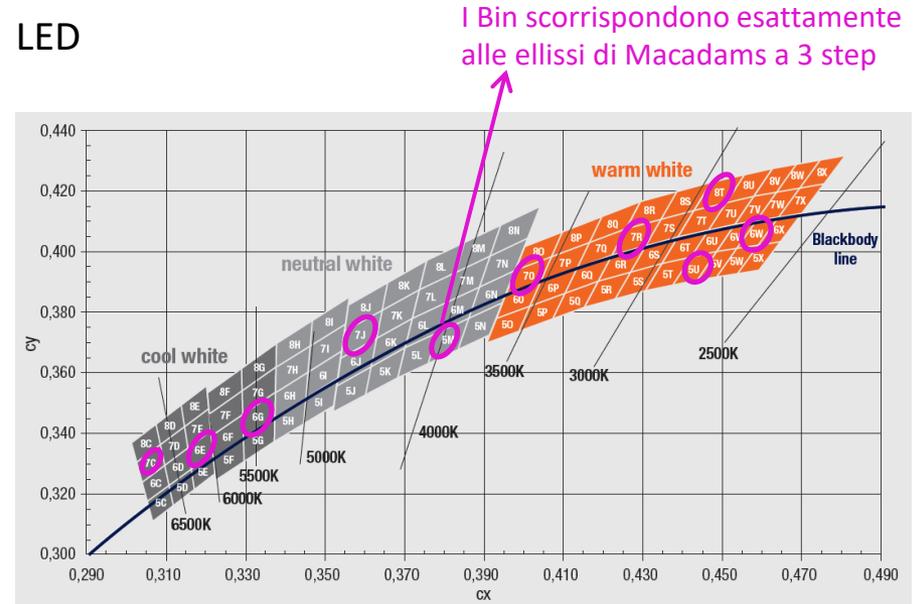


Figure 2

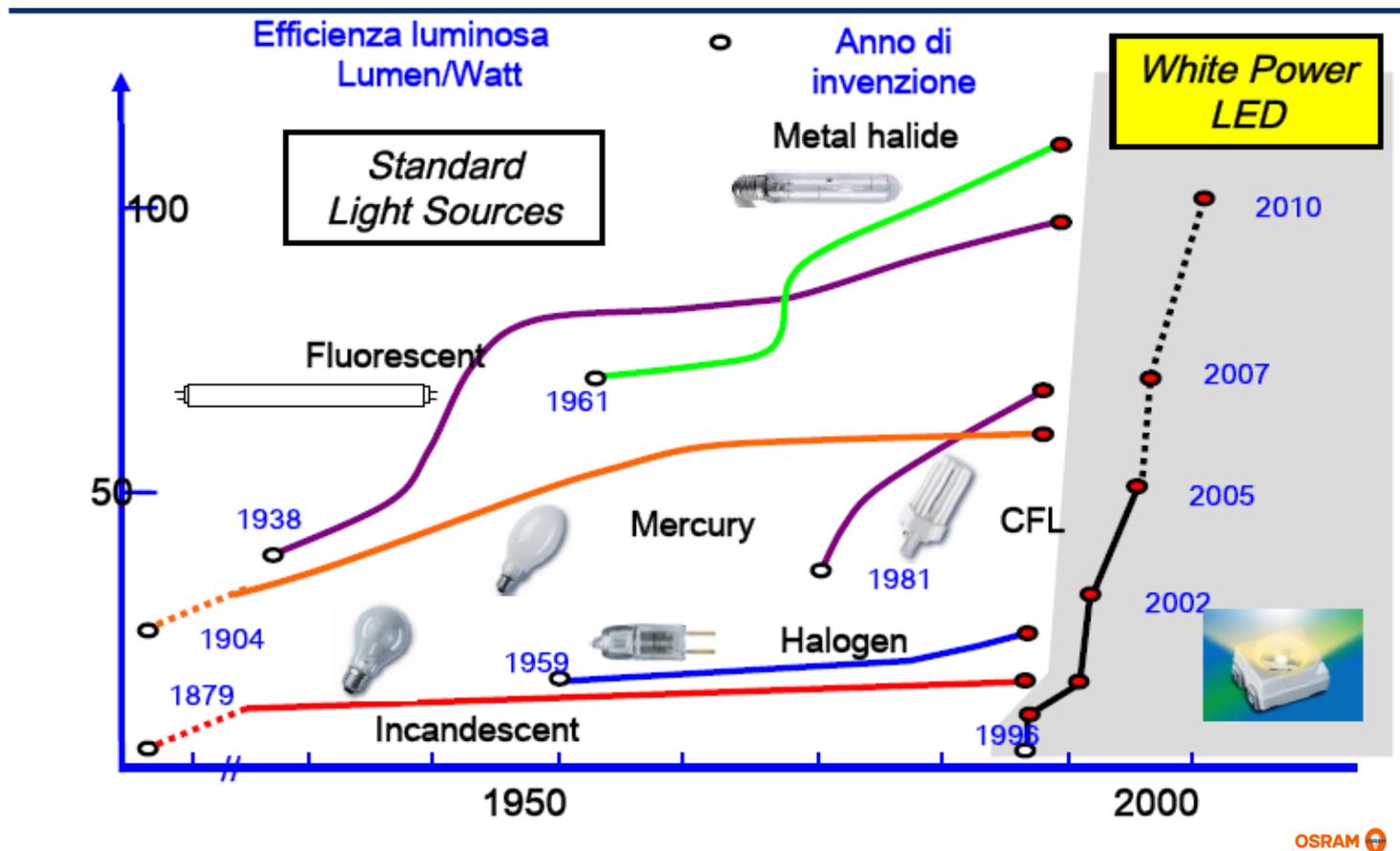
La dimensione delle ellissi di MacAdam è basata su una variazione standard chiamata "step". Un'ellissi ad uno step è quella in cui ogni punto sulla circonferenza è esattamente ad una variazione standard rispetto al punto centrale.

- Le ellissi di MacAdams in Fig. 1 sono chiamate ellissi a sette step, e sono fissate come standard per le fluorescenti compatte
- Per il suo LED binning bianco, OSRAM basa le i suoi quadrilateri CCT, comunemente indicati come bin, su un ellisse in tre fasi (Fig. 2)

Courtesy of Osram

Efficienza luminosa:

comparazione LED con sorgenti luminose tradizionali ed evoluzione nel tempo



Sorgenti Luminose e Nuove Tecnologie: Impatto Ambientale e Risparmio Energetico

Fondazione Architetti Firenze - Marco Frascarolo

Efficienza luminosa della sorgente e del sistema LED

Oggi, il valore di efficienza teorico della sorgente LED ha raggiunto valori vicini a 150 lm/W (aprile 2014)

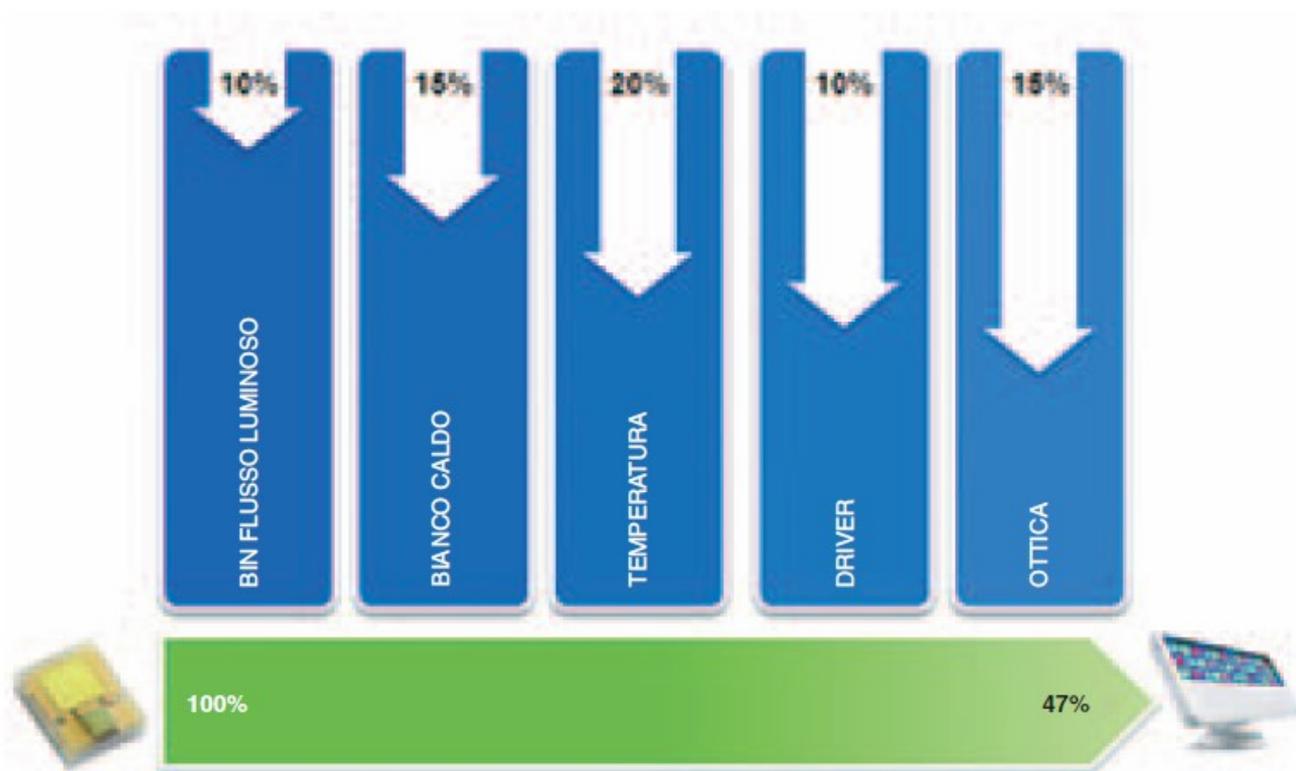
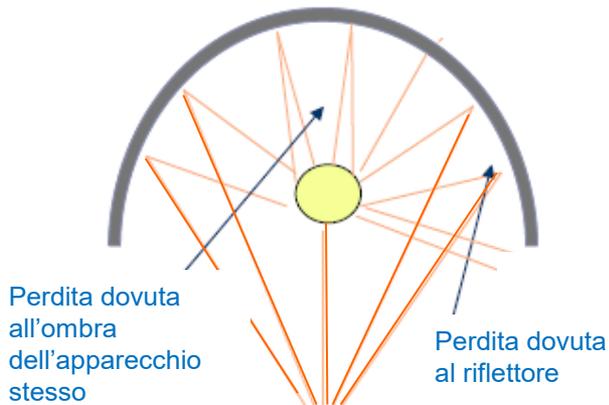


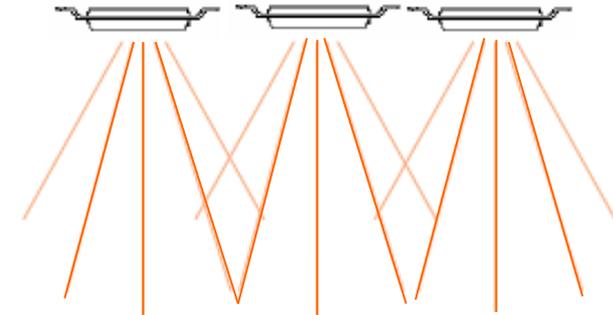
Fig. C.1.1.87 - Efficienza reale del led ottenuta considerando le perdite legate ai componenti e ai meccanismi di dissipazione del calore. (fonte Philips)

x0,90	x0,85	x0,80	x0,90	x0,85	47% caso critico
X1,00	x1,00	x0,90	x0,90	x0,90	72% caso ideale



Sorgente tradizionale- 360°

La sorgente che emette a 360° deve essere schermata e incanalata, perdendo la maggior parte dei raggi dovuta alla riflessione, assorbimento del riflettore e all'ombra della lampada stessa



LED - 120°

La sorgente emette in una sola direzione, evitando perdite dovute alla schermatura. Il che significa risparmio energetico e flessibilità di progettazione



Ioduri metallici

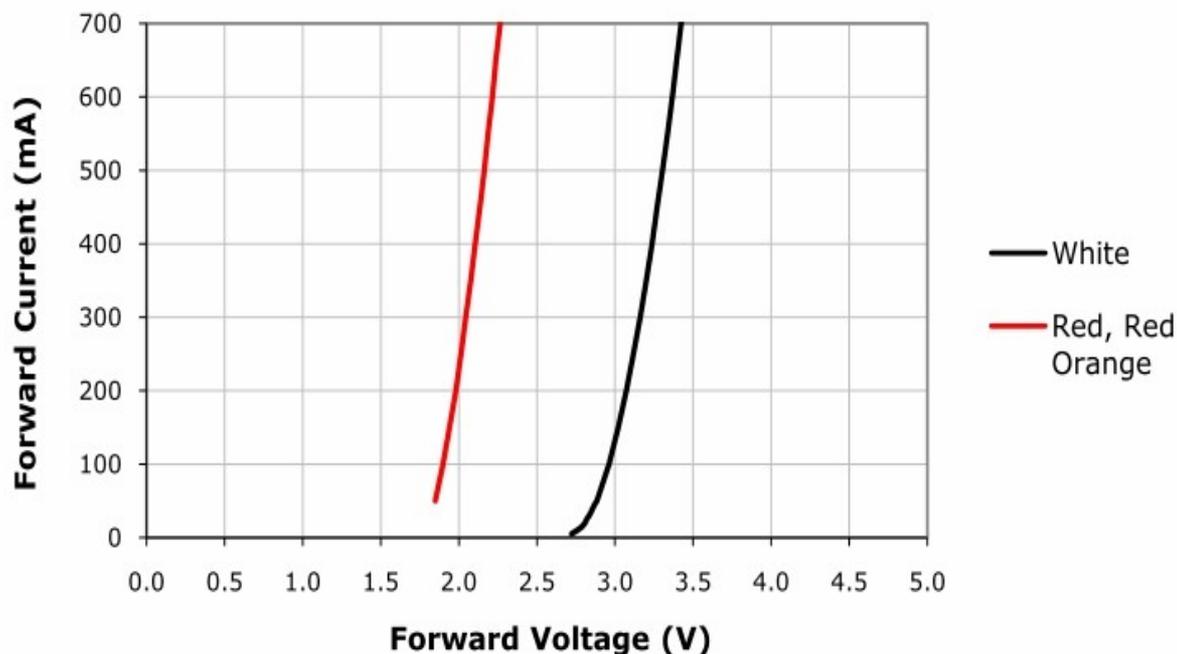
Fluorescenti

Incandescenti

Alogene

LED

Minore è la dimensione della sorgenti , migliore è la prestazione delle ottiche



I LED vengono pilotati con una corrente costante, per mantenere uniformi i valori di luminosità e temperatura colore

Per i PowerLed le correnti possono variare da 100 mA a 1500 mA, con un valore tipico di 350 mA

Legge di Ohm: $P = V * I$

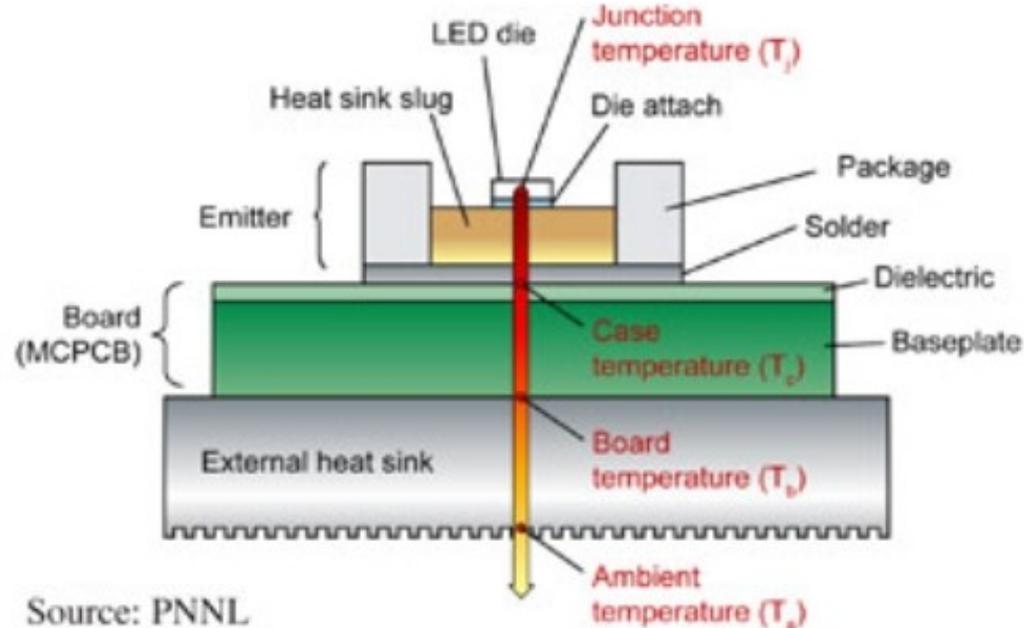
Ad una corrente di 350mA corrisponde un voltaggio di 3,2 V per un LED bianco e quindi una potenza assorbita di 1,12 W

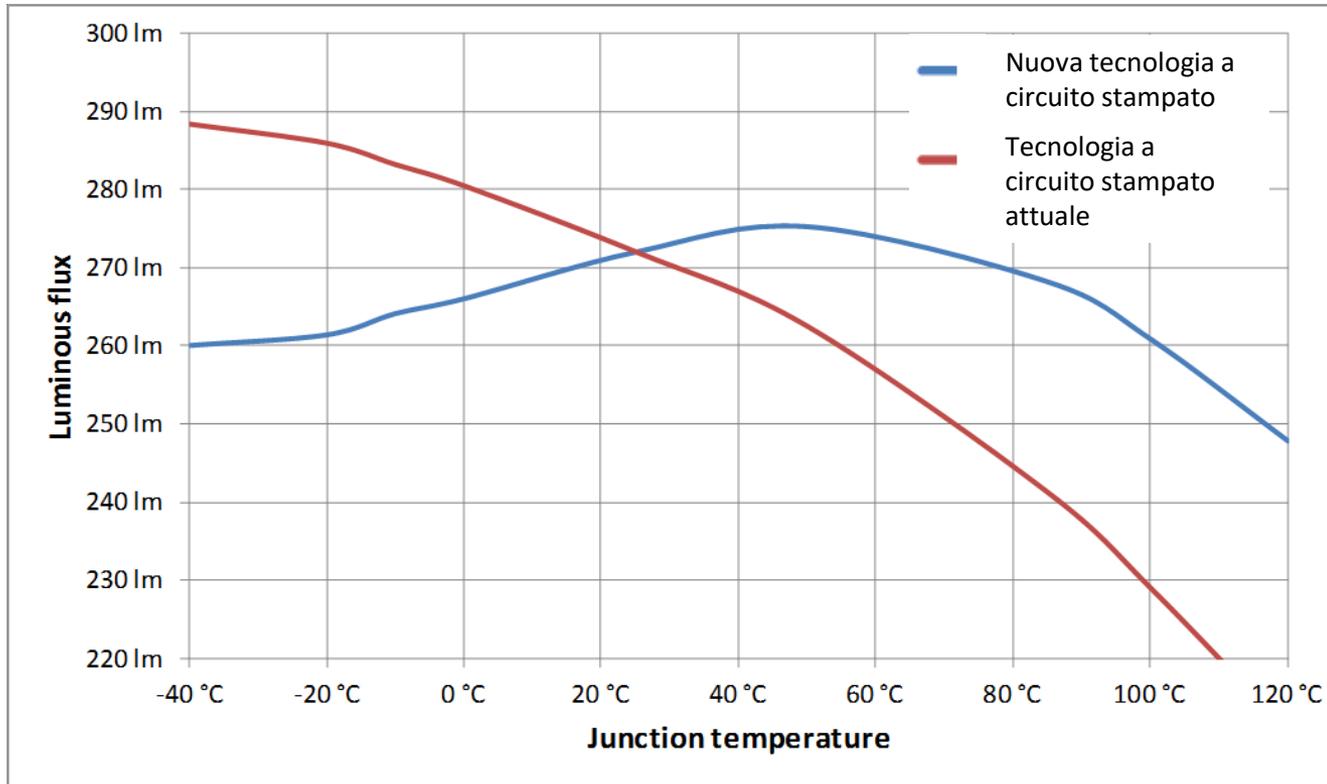
per una corrente di 700mA corrisponde un voltaggio di 3,4 V e quindi una potenza assorbita di 2,38 W

La temperatura di giunzione

(indicata come T_j) è la temperatura della giunzione che costituisce il nucleo del LED

maggiore è la temperatura
 maggiore la riduzione del flusso luminoso
 minore la durata della sorgente LED



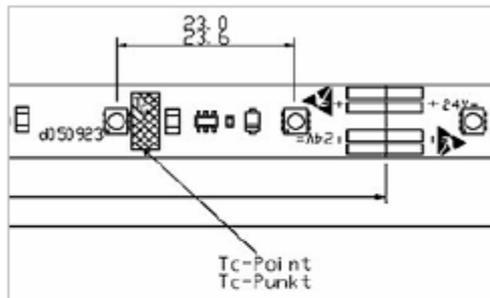


Courtesy of Osram

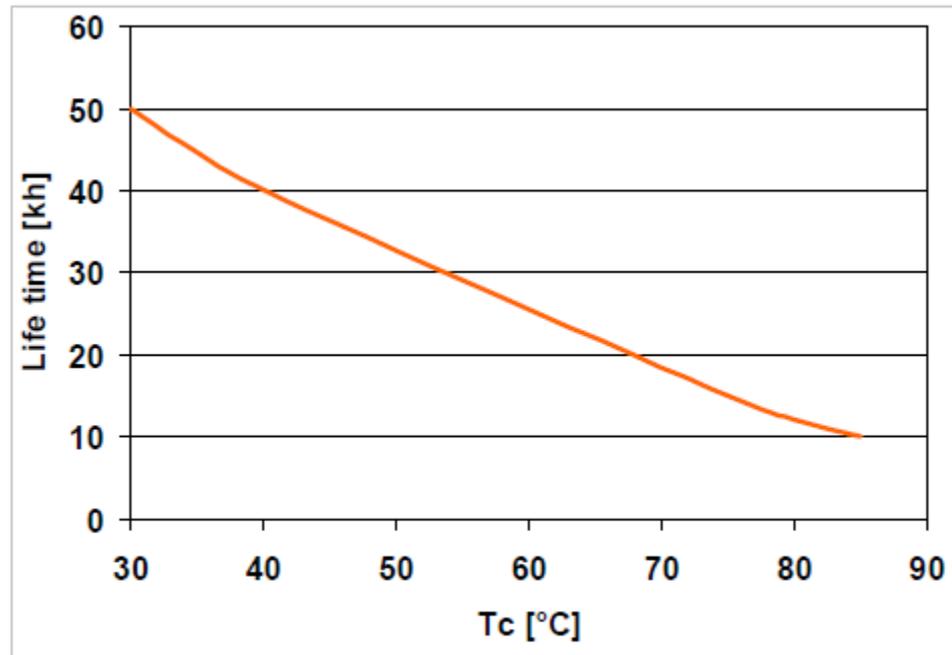
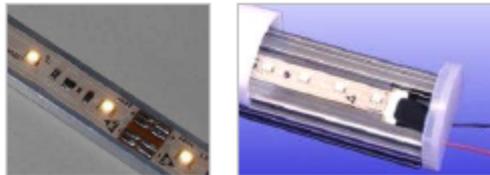
**I LED con tecnologia a circuito stampato di ultima generazione diminuiscono sempre di più la riduzione di flusso in relazione alla elevazione di temperatura:
I dissipatori di calore e gli apparecchi possono avere dimensioni minori**



Dipendenza della vita utile dalla temperatura sulla giunzione Flexible high power LED module – Expected life time



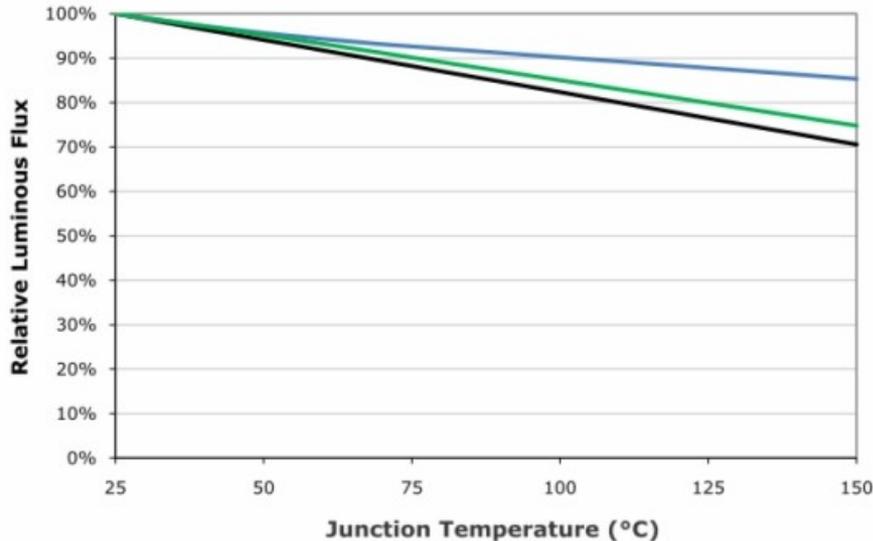
Tc point for LINEARlight POWER Flex



Expected life time vs. Tc point

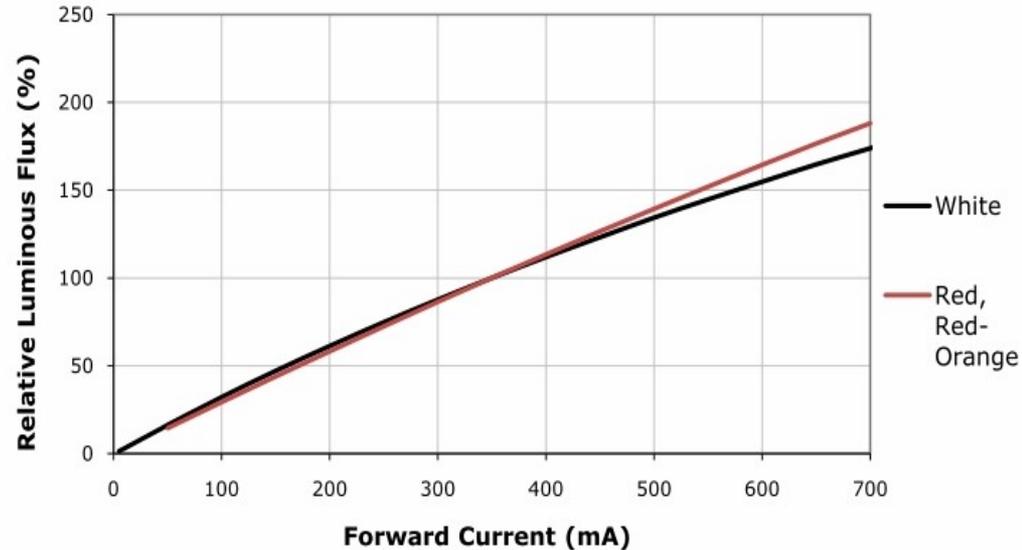
Parametri che influenzano l'emissione di flusso luminoso

Rapporto fra flusso emesso e temperatura di giunzione



per 350 mA e $T_j=25^\circ\text{C}$ un flusso luminoso pari a 114 lm. Per temperature di giunzione che si aggirano attorno ai 70°C , si nota che già il flusso si riduce del 10% circa e quindi si ottiene un flusso di circa 102 lm

Il rapporto fra corrente di pilotaggio e flusso emesso



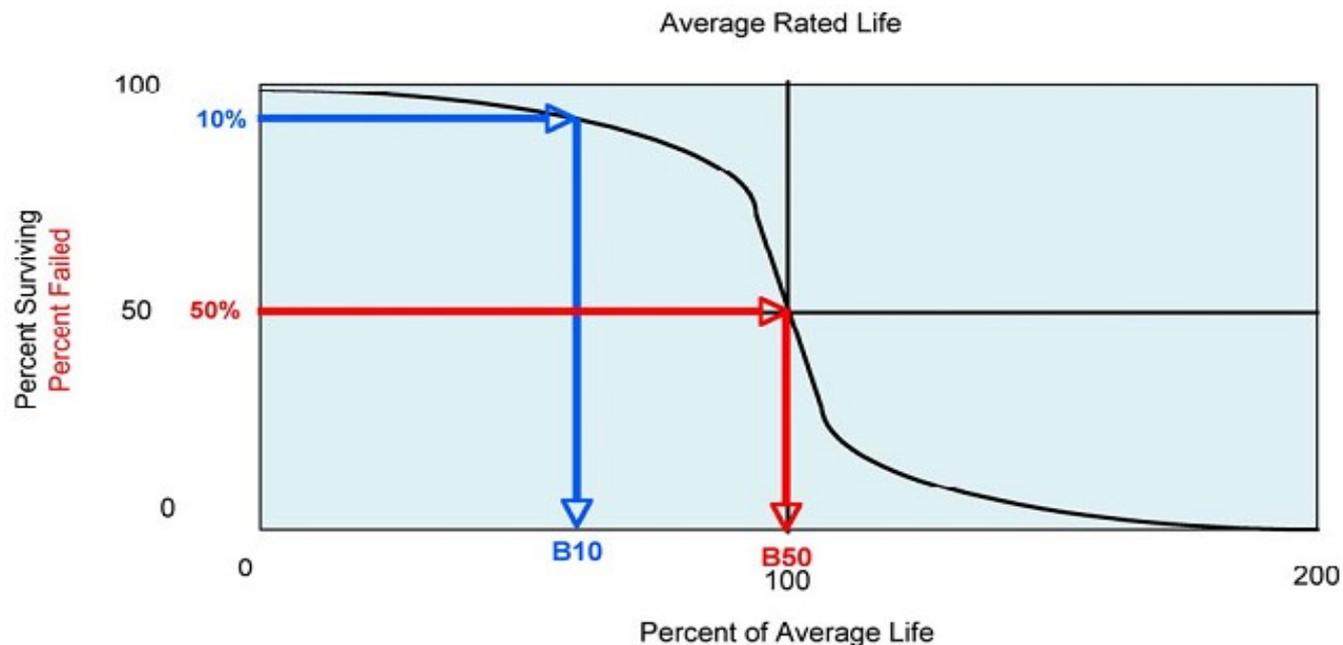
350 mA il flusso rimanga invariato (e quindi, per una temperatura di giunzione $T_j=70^\circ\text{C}$, un flusso di 102 lm); a 700 mA invece abbiamo un aumento del 170% circa (e quindi, sempre per una temperatura di giunzione $T_j=70^\circ\text{C}$, un flusso di 173 lm)

Vita utile del LED

Le sorgenti luminose a LED non tendono a spegnersi improvvisamente esaurita la loro vita utile: i diodi LED nel tempo diminuiscono gradualmente il loro flusso luminoso iniziale fino ad esaurirsi completamente.

Per questo motivo viene definita come vita utile di un LED il tempo trascorso prima che venga raggiunto il limite del 30% (indicato generalmente come L70 che sta per “lumen maintenance 70%”).

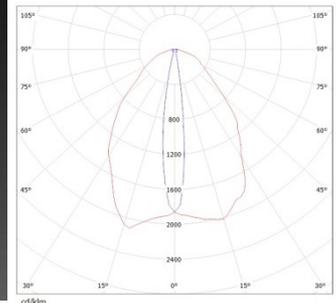
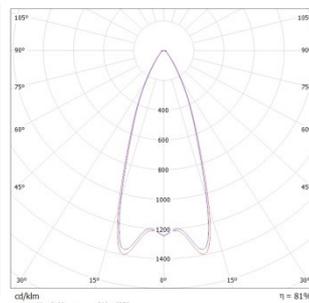
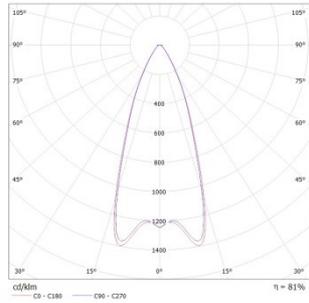
La vita utile viene calcolata secondo lo standard IES LM-80 – *Measuring lumen maintenance of LED light sources*, un metodo di interpolazione che si basa su un numero limitato di ore (circa 6000) per prevederne il decadimento futuro



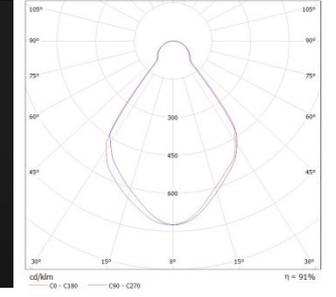
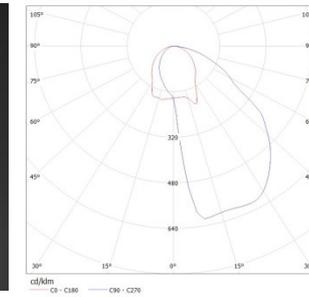
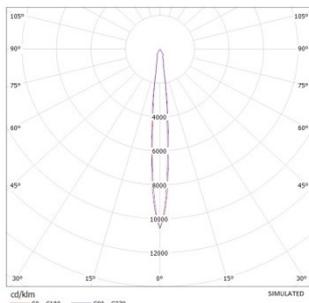
LED' s photometric performances:

Optics Samples

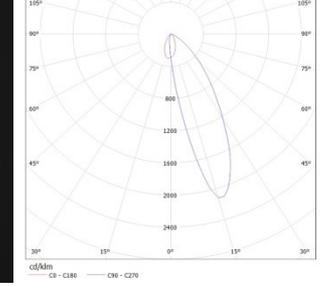
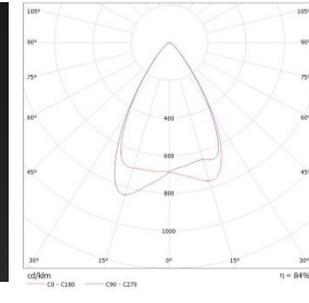
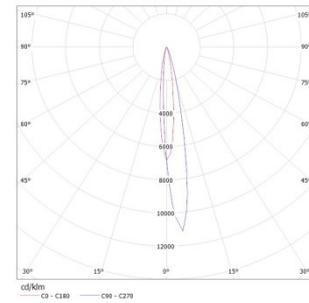
PMMA



PC



PMMA + PC



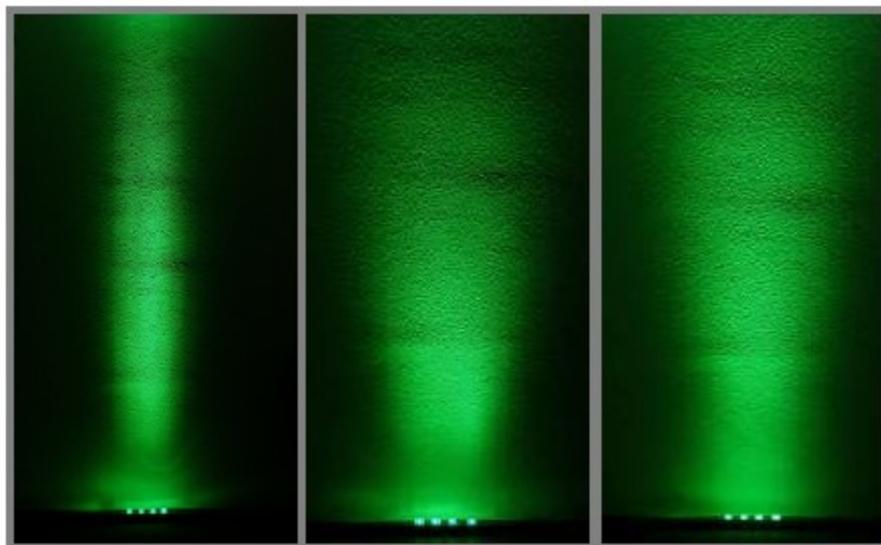
Courtesy of Ledil

Sorgenti Luminose e Nuove Tecnologie: Impatto Ambientale e Risparmio Energetico
Fondazione Architetti Firenze - Marco Frascarolo

Esempio di Lenti per Led

Novità: **DRAGONTape®** Optics

- ottiche aggiuntive con angoli di emissione: 10° , 30° , nonché ellittica 14° x 22°



10° : Spot

30° : Flood

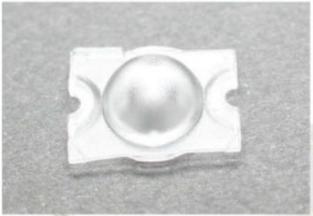
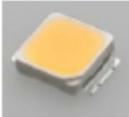
14° x 22° : Wallwashing



- semplice fissaggio attraverso una sola vite M2
- preciso posizionamento attraverso uno speciale supporto dell'ottica
- dimensioni ottimizzata per l'impiego con **DRAGONTape®**

OSRAM 

Esempio di Lenti per Led. Applicazione Stradale



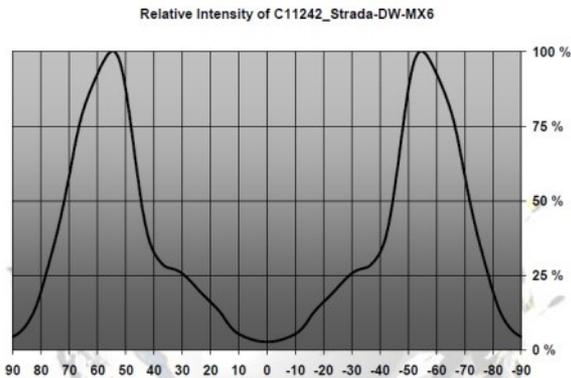
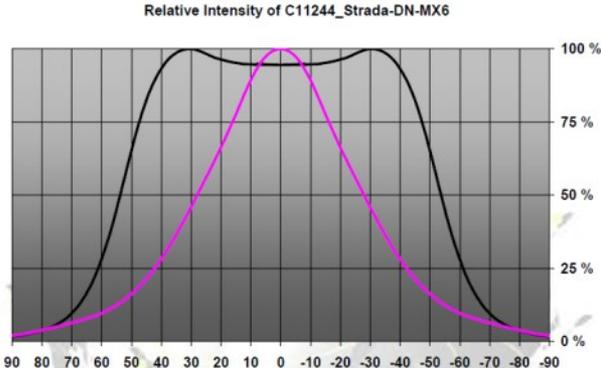
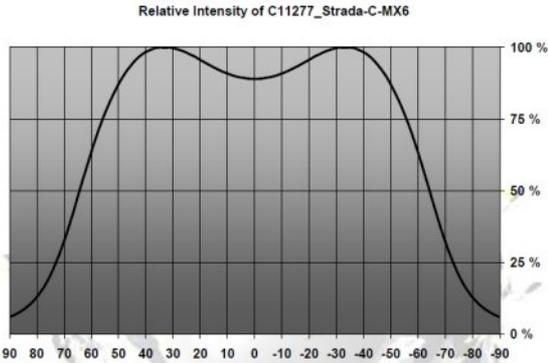
Ottica 64°



Ottica 54° x 28°

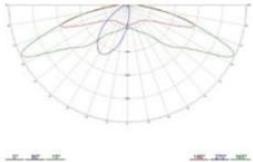
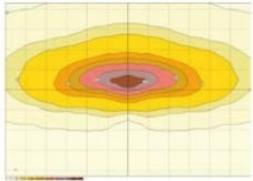


Ottica 42° x 72°



Fonte Ledil

Sistemi costruttivi per le ottiche LED



Micro ottica dedicata:
singoli elementi in
acrilico, modellano
otticamente ogni singolo
led mirando a delle
fotometrie molto
accurate nei contorni

Assemblaggio LED in linee: rotazione
intorno a cerniere cilindriche –
grappoli di led da più unità con una
lente dedicata



Assemblaggio
LED in linee
curve: ogni “ramo”
contenente più
gruppi ottici ha
una sua geometria
unica e dedicata –
fotometria più
articolata



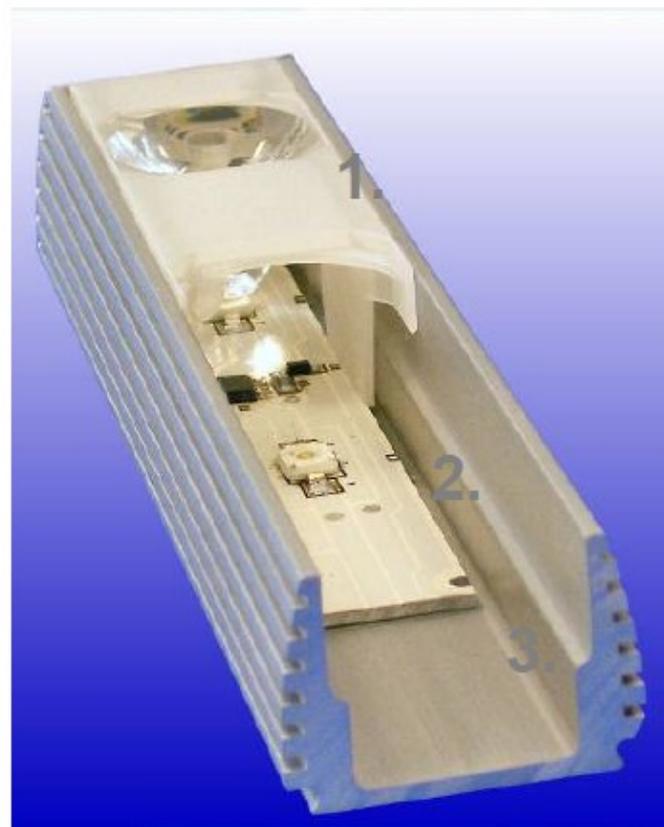
Piastra led:
– minore
flessibilità dell'ottica
– densità sorgenti
più elevata
– tecnologia per
proiettori di potenza

Esempio di Lineari Led

Sistema modulare con elevato livello di integrazione:

1. supporto per ottica + ottica
2. GoldenDRAGON® su metal core
3. dissipatore di calore

Tutti i componenti sono disponibili anche singolarmente



OSRAM 

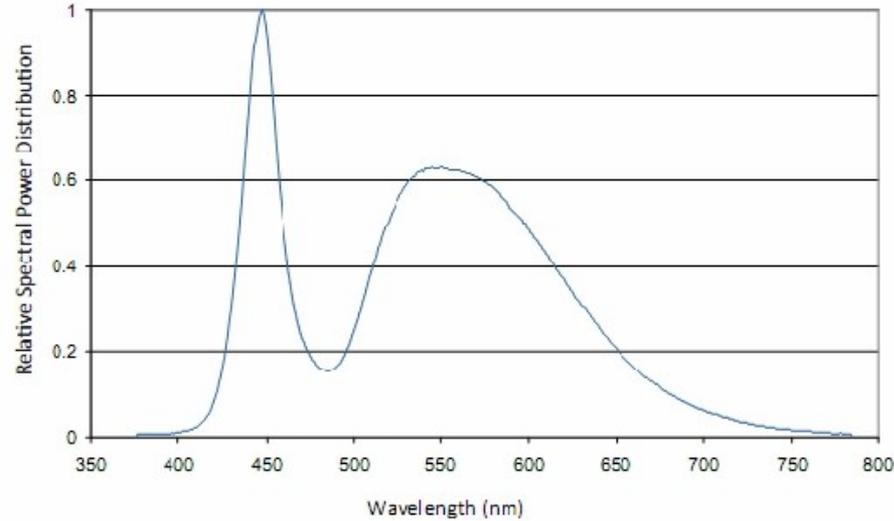
Esempio di data sheet di una sorgente LED (fonte CREE)

La seguente tabella fornisce diversi codici di base per XLamp XM-L LED

Color	CCT Range		Base Order Codes Min Luminous Flux @ 700 mA (lm)		Order Code
	Min.	Max.	Group	Flux (lm)	
Cool White	5,000 K	8,300 K	T5	260	XMLAWT-00-0000-0000T5051
			T6	280	XMLAWT-00-0000-0000T6051
Neutral White	3,700 K	5,000 K	T4	240	XMLAWT-00-0000-000LT40E4
			T5	260	XMLAWT-00-0000-000LT50F4
Warm White	2,600 K	3,700 K	T2	200	XMLAWT-00-0000-000LT20E7
			T3	220	XMLAWT-00-0000-000LT30F7

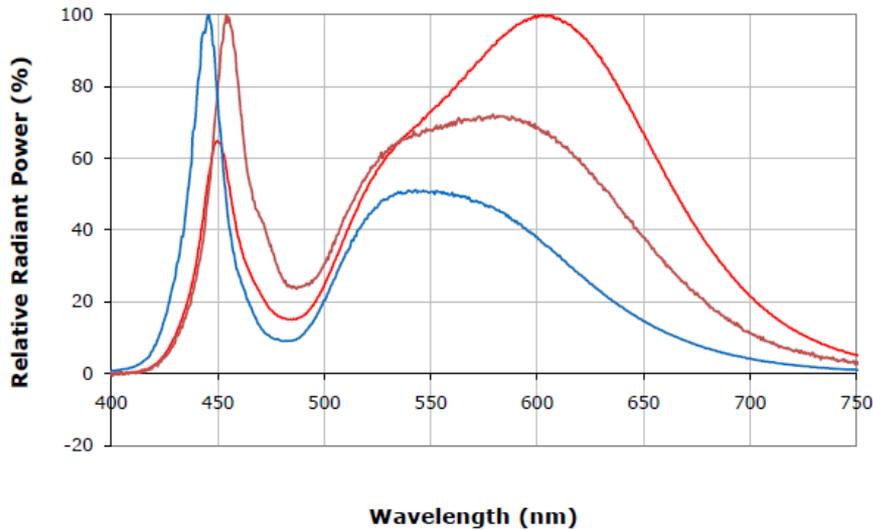
Distribuzione spettrale - CREE

PowerLed



Si può notare come la nuova generazione di Led ha un miglioramento rispetto al buco di emissioni nello spettro del rosso

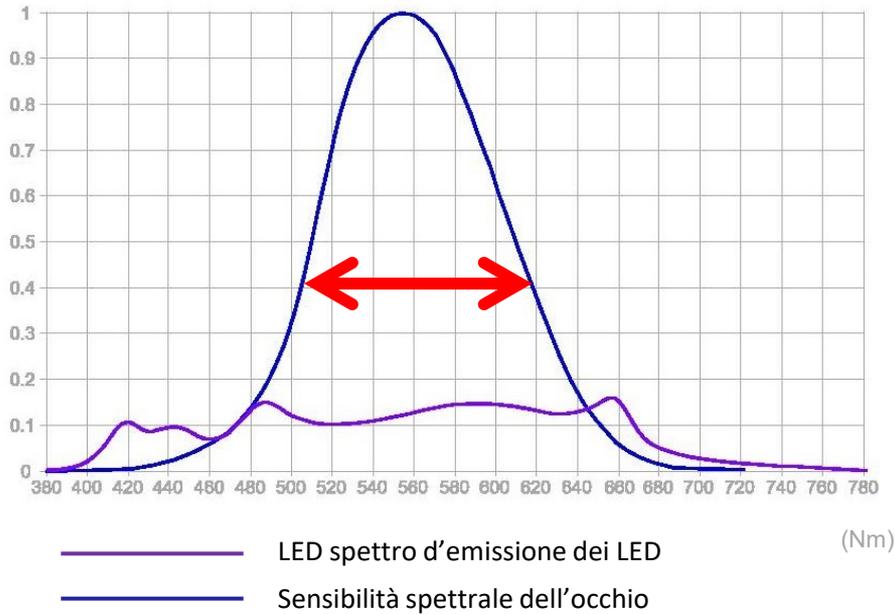
XM-L



Performace spettrali dei LED:

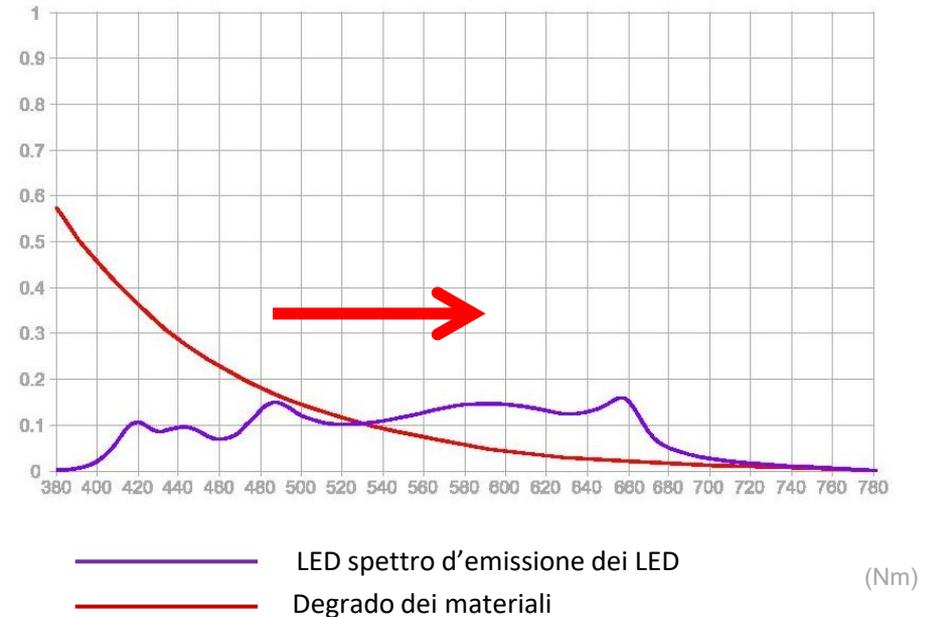
Percezione visiva e conservazione delle opere d'arte

Sensibilità dell'occhio



Più ampio è lo spettro della sorgente, migliore sarà la percezione visiva

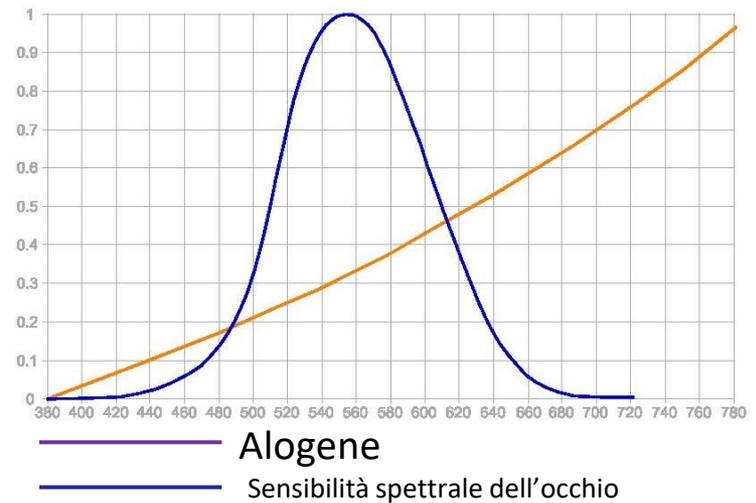
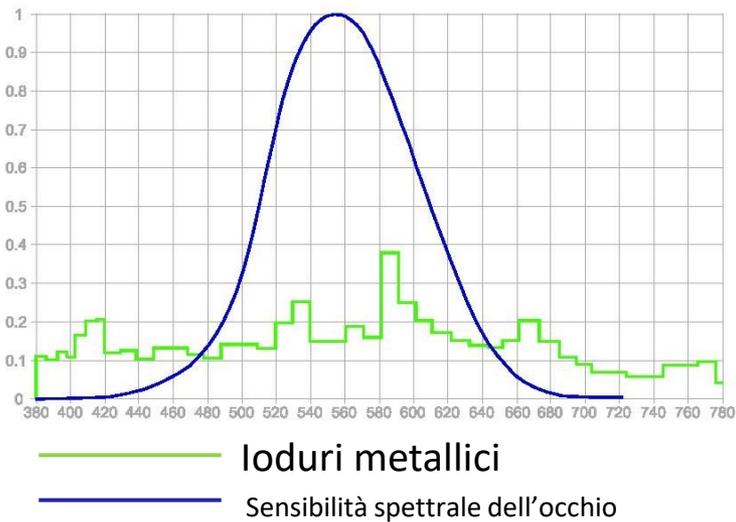
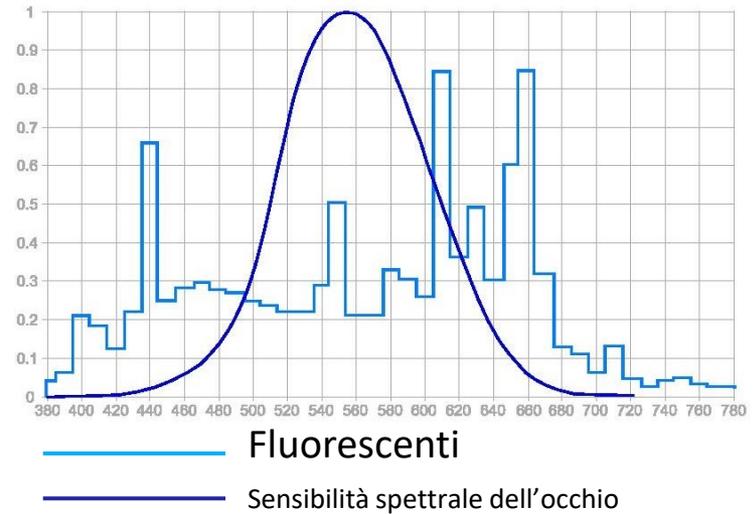
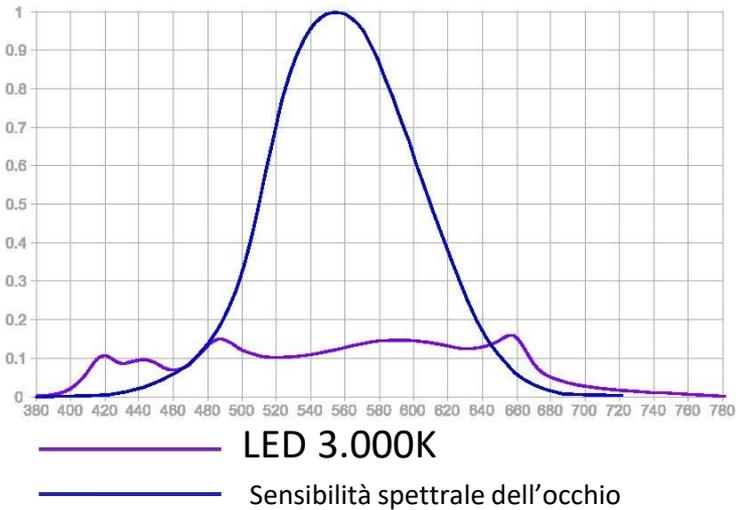
Sensibilità dei materiali



Più lo spettro tende verso destra, migliore sarà la risposta dei materiali

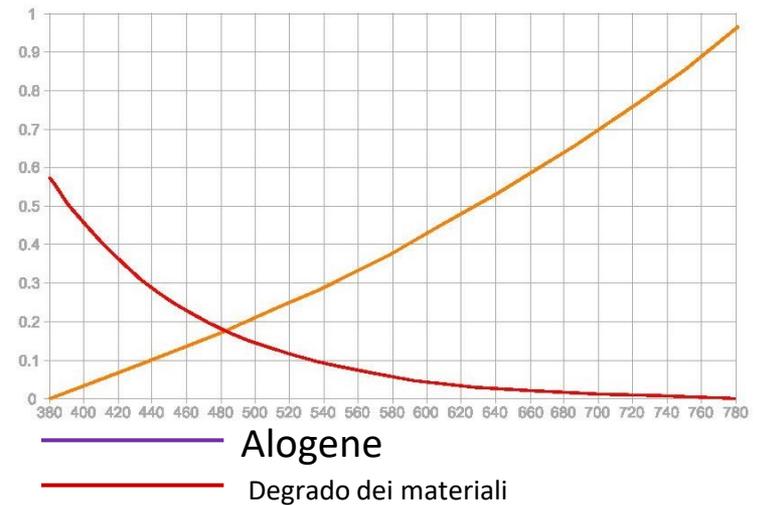
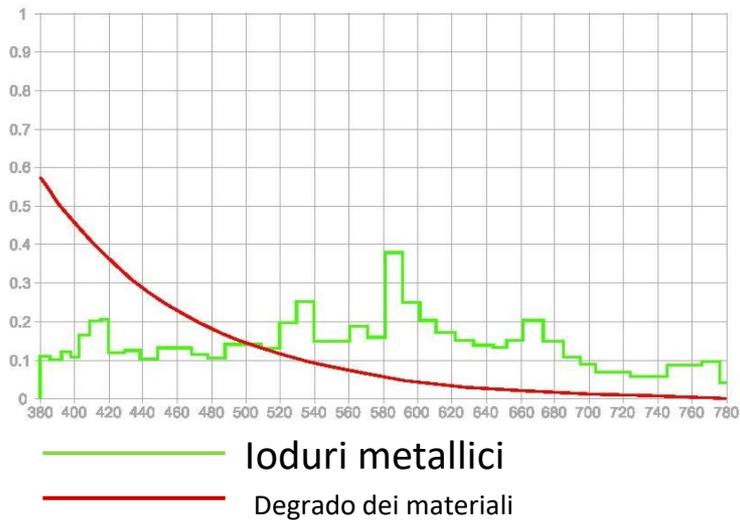
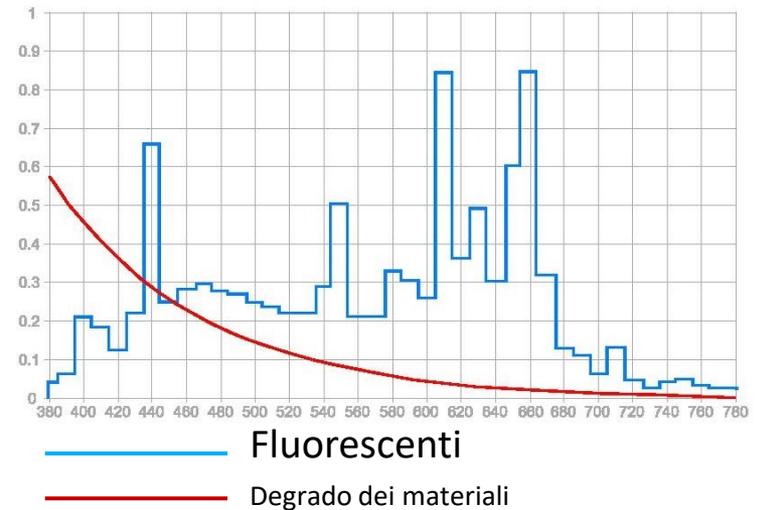
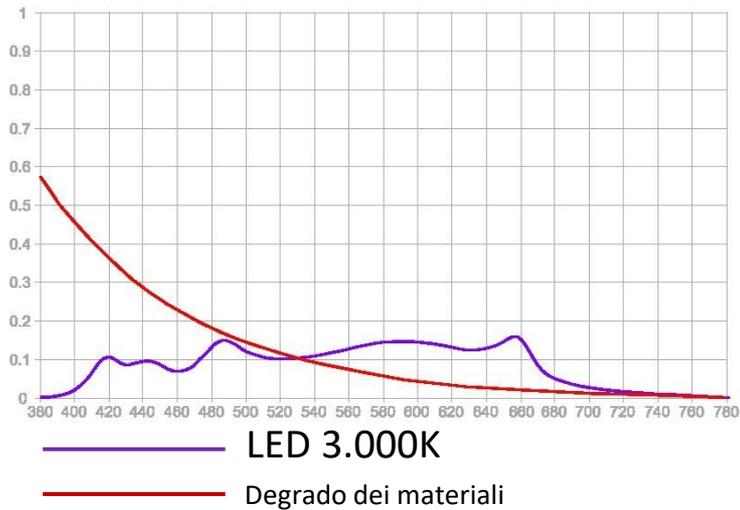
Performace spettrali dei LED:

Percezione visiva e conservazione delle opere d'arte



Performace spettrali dei LED:

Percezione visiva e conservazione delle opere d'arte



Performace spettrali dei LED

Adattamento degli spettri alle caratteristiche cromatiche delle opere d'arte

Temperatura di colore regolabile : da 2700K a 6000K

Spettri di luce in base alle caratteristiche di quadri

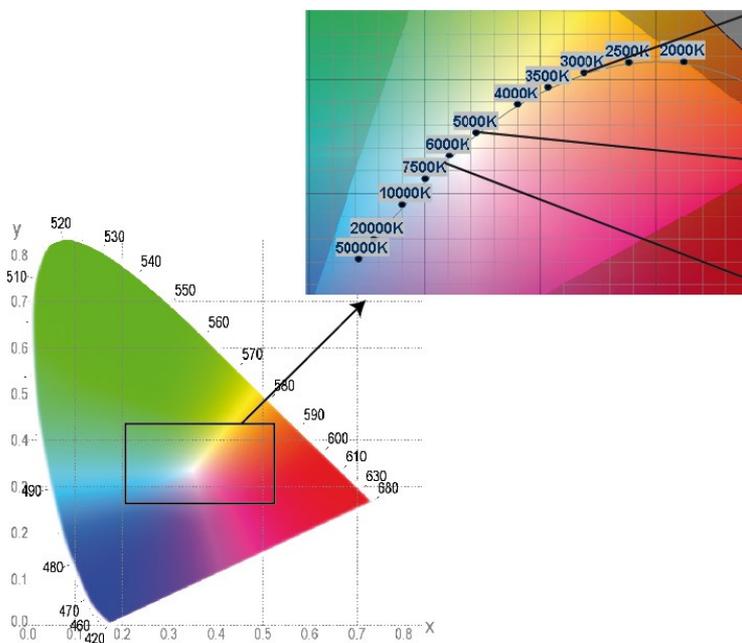


Bild 1



Bild 2



Bild 3

Courtesy of Osram

Performace spettrali dei LED

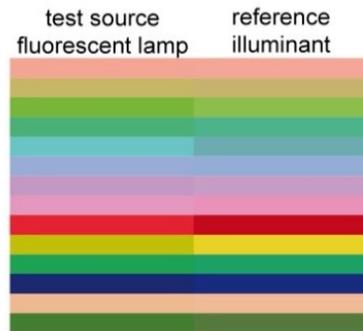
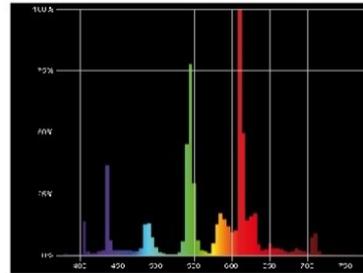
Sistema color mix con LED multipli

Tunable white: 4 LED color mix

- Indice di resa cromatica > 90
in tutti i test colore (CRI = R1 - R8)
ed i colori di alta saturazione (R9 - R12)
- Indice resa cromatica > 90 in tutti i livelli dimming
- Spettro continuo senza interruzioni
- NO radiazione UV e IR



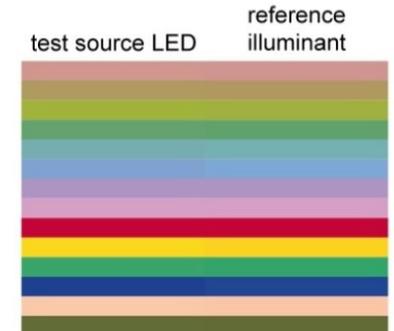
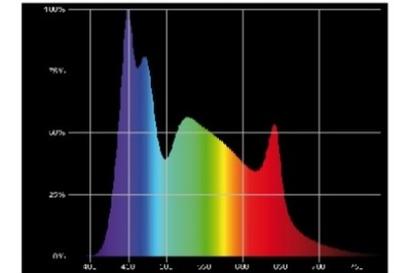
fluorescent lamp
white 830



Fluorescent lamp



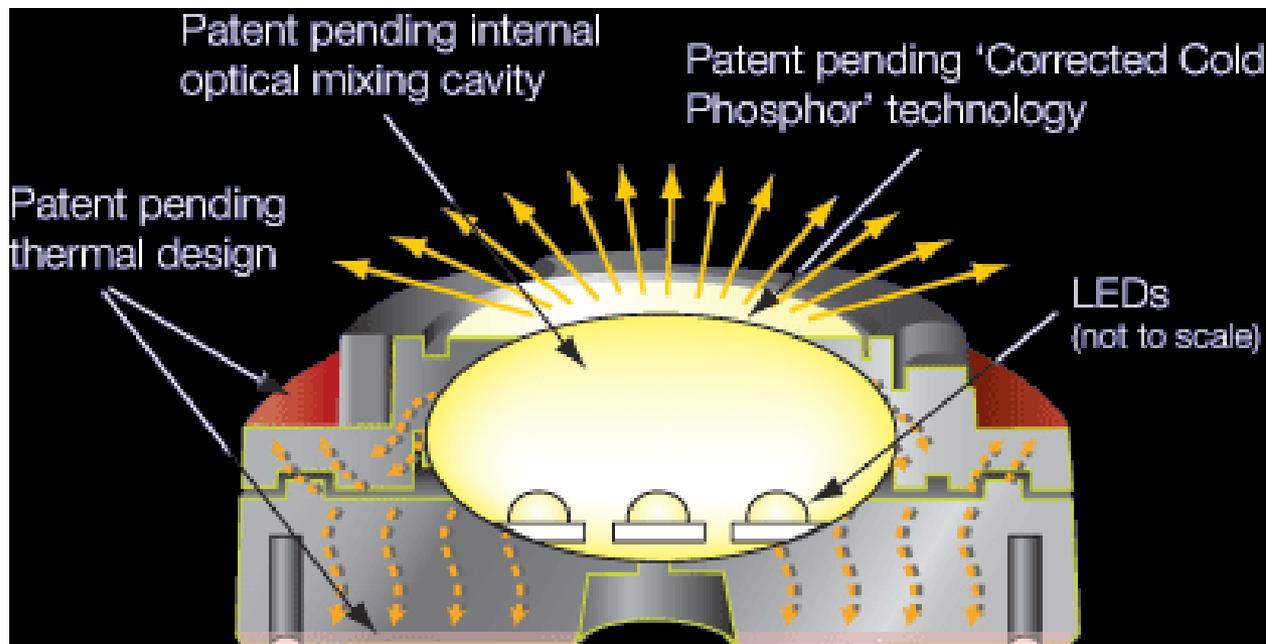
4 colours mix
white, blue, green and red



LED technology

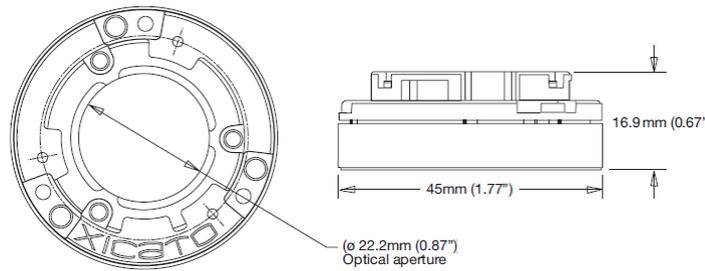
Courtesy of Osram

MODULI LED MULTI CHIP A FOSFORI REMOTI



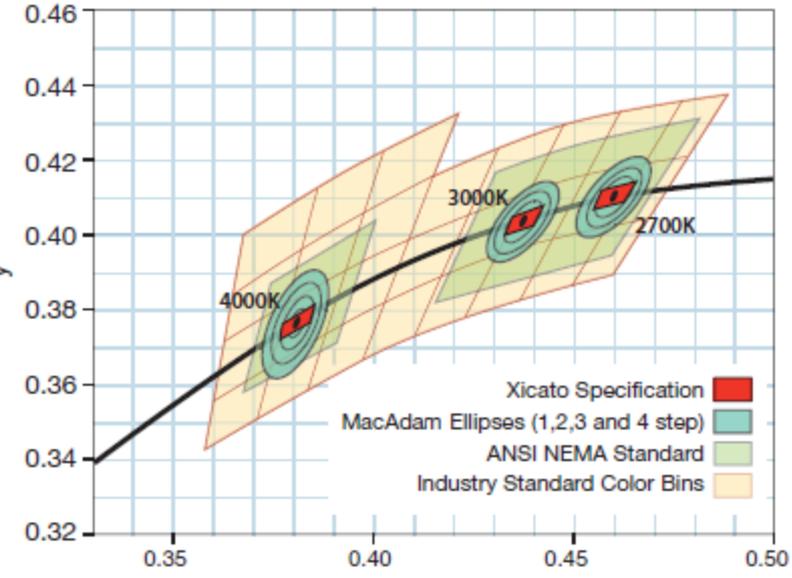
XICATO - Spot Module

XICATO - XSM Artist LED Module

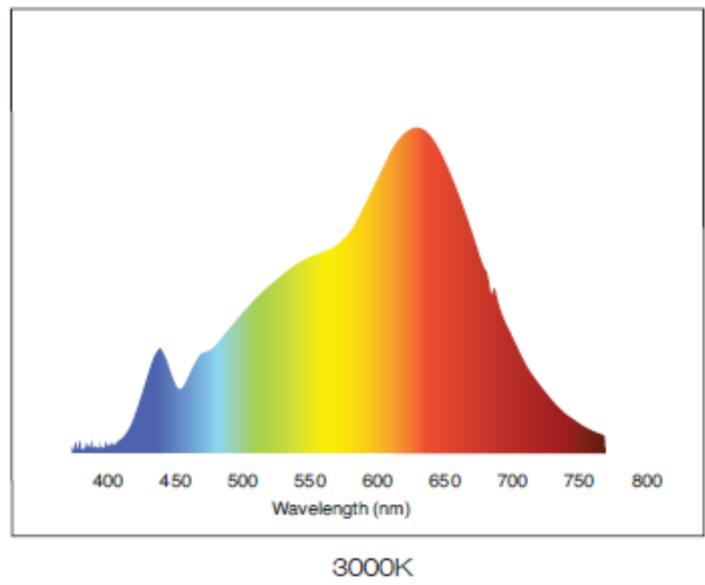


Luminous Flux	Part Number	Correlated Color Temperature
700 lm	XSM9027-700	2700K
	XSM9030-700	3000K
	XSM9040-700	4000K

Color Consistency



Spectral Power Distribution

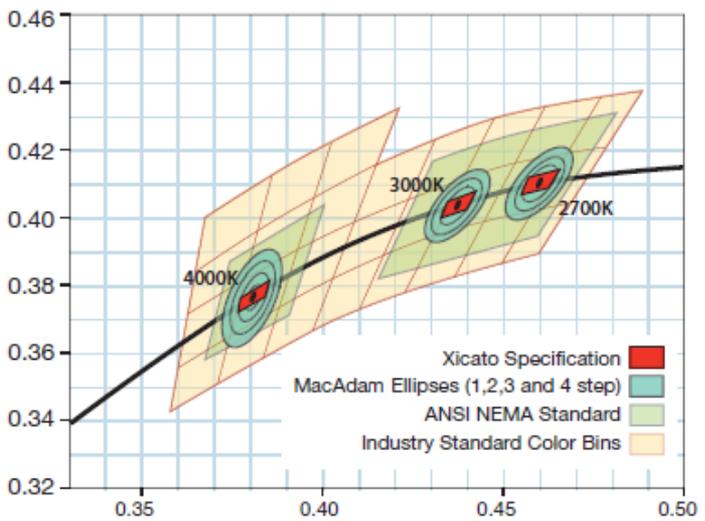


XICATO - XSM 80 LED Module

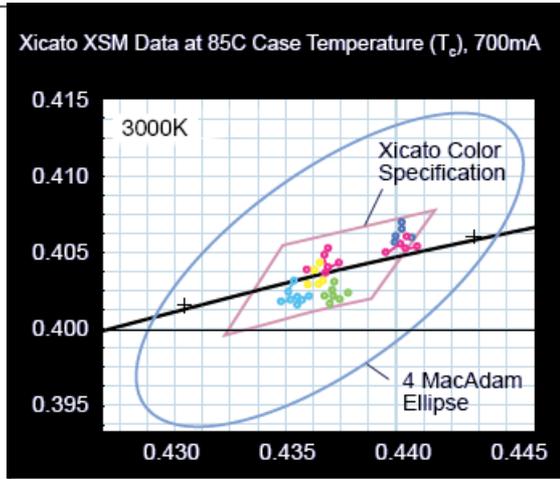
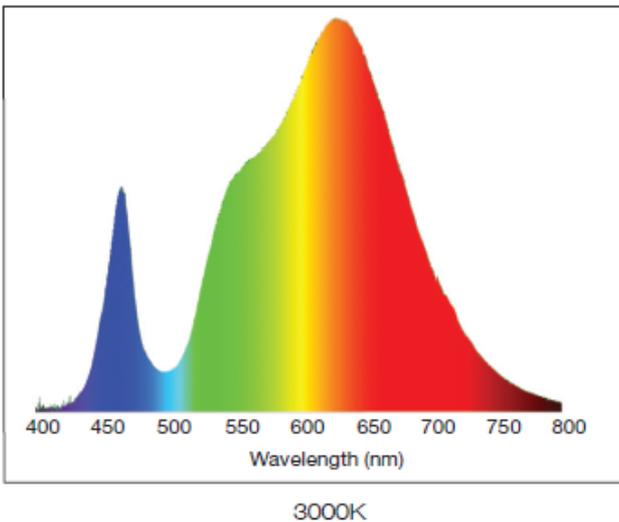


Luminous Flux	Part Number	Correlated Color Temperature
400 lm	XSM8030-400-B	3000K
700 lm	XSM8027-700-B	2700K
	XSM8030-700-B	3000K
	XSM8040-700-B	4000K
1000 lm	XSM8027-1000-B	2700K
	XSM8030-1000-B	3000K
	XSM8040-1000-B	4000K
1300 lm	XSM8027-1300-B	2700K
	XSM8030-1300-B	3000K
	XSM8040-1300-B	4000K
2000 lm	XSM8027-2000-B	2700K
	XSM8030-2000-B	3000K
	XSM8040-2000-B	4000K

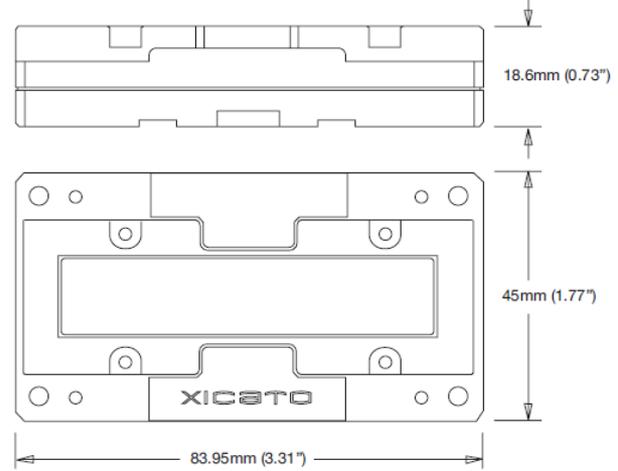
Color Consistency



Spectral Power Distribution

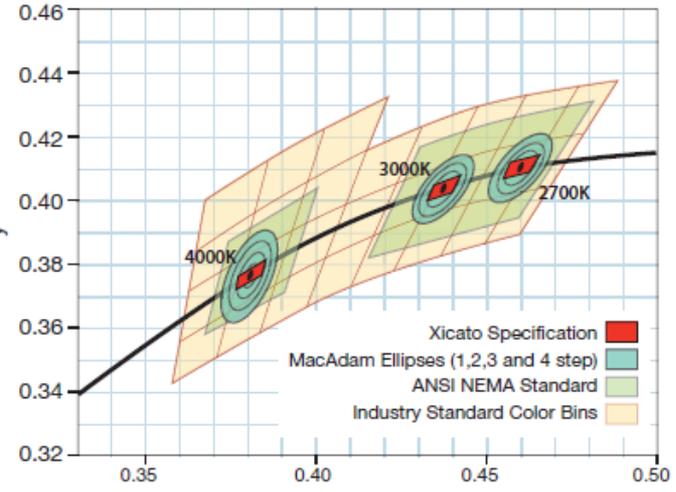


XICATO - XLM 80 LED Module

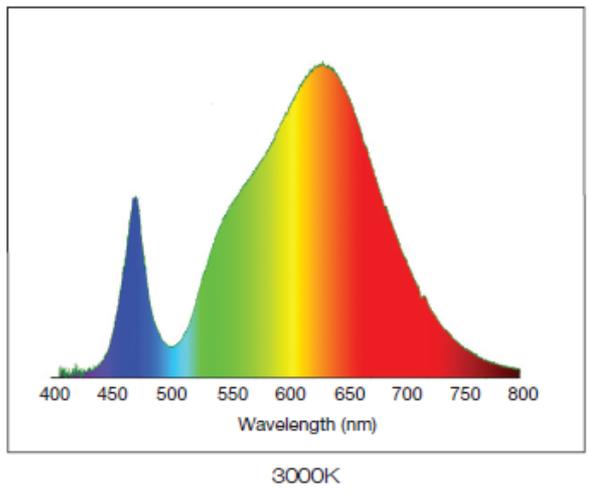


Luminous Flux	Part Number	Correlated Color Temperature
2200 lm	XLM8030-2200	3000K
	XLM8040-2200	4000K

Color Consistency



Spectral Power Distribution



XICATO

	Module Family	CRI (Ra)	Drive Current (mA)	Luminous Flux at 70°C (lm)	Wattage (W)	Color Temp. (K)			Life (Hrs.)
						2700	3000	4000	
	XSM 400lm	≥80	350	220	3		✓		50K
			500	290	4		✓		
			700	400	6		✓		
	XSM 700lm	≥80	350	400	6	✓	✓	✓	50K
			500	550	8	✓	✓	✓	
			700	700	12	✓	✓	✓	
	XSM 1000lm	≥80	350	580	9	✓	✓	✓	50K
			500	800	13	✓	✓	✓	
			700	1000	18	✓	✓	✓	
	XSM 1300lm	≥80	350	550	7	✓	✓	✓	50K
			500	720	10	✓	✓	✓	
			700	1000	15	✓	✓	✓	
			1000	1300	21	✓	✓	✓	
	XSM 2000lm	≥80	350	800	12	✓	✓	✓	50K
			500	1100	17	✓	✓	✓	
			700	1500	25	✓	✓	✓	
1000			2000	36	✓	✓	✓		
XSM 700lm	≥95 Artist	350	400	10	✓	✓	✓	50K	
		500	550	15	✓	✓	✓		
		700	700	21	✓	✓	✓		
	XLM 2200lm	≥80	350	1250	19		✓	✓	50K
			500	1700	29		✓	✓	
			700	2200	42		✓	✓	

Sorgenti Luminose e Nuove Tecnologie: Impatto Ambientale e Risparmio Energetico

Fondazione Architetti Firenze - Marco Frascarolo

OLED

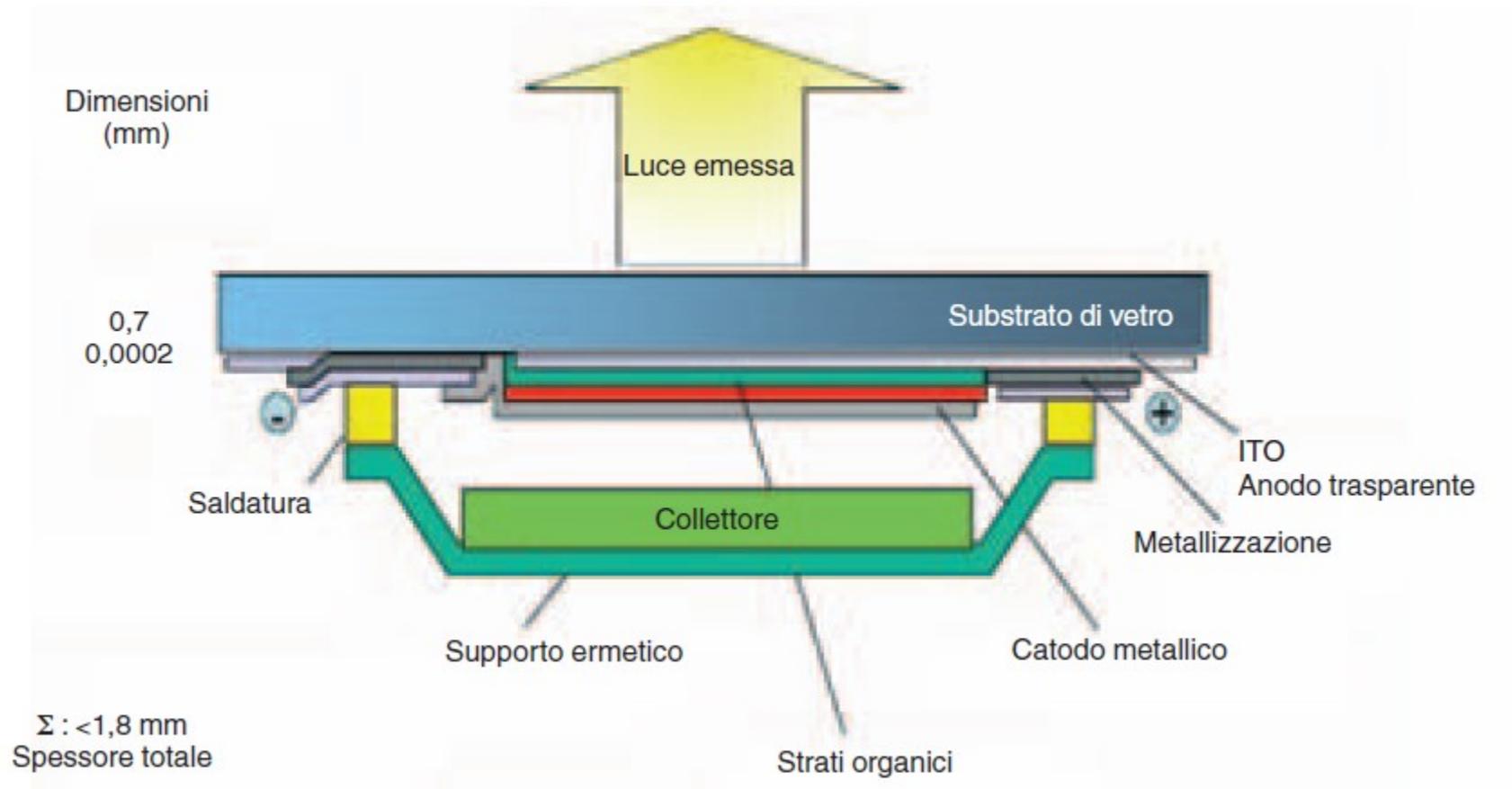


Fig. C.1.1.92 - Schema costruttivo di un diodo emettitore di luce organica, dove lo spessore totale del sandwich è $< 1,9 \text{ mm}$ (oled).
(fonte PPML-Lighting Revolution)

OLED

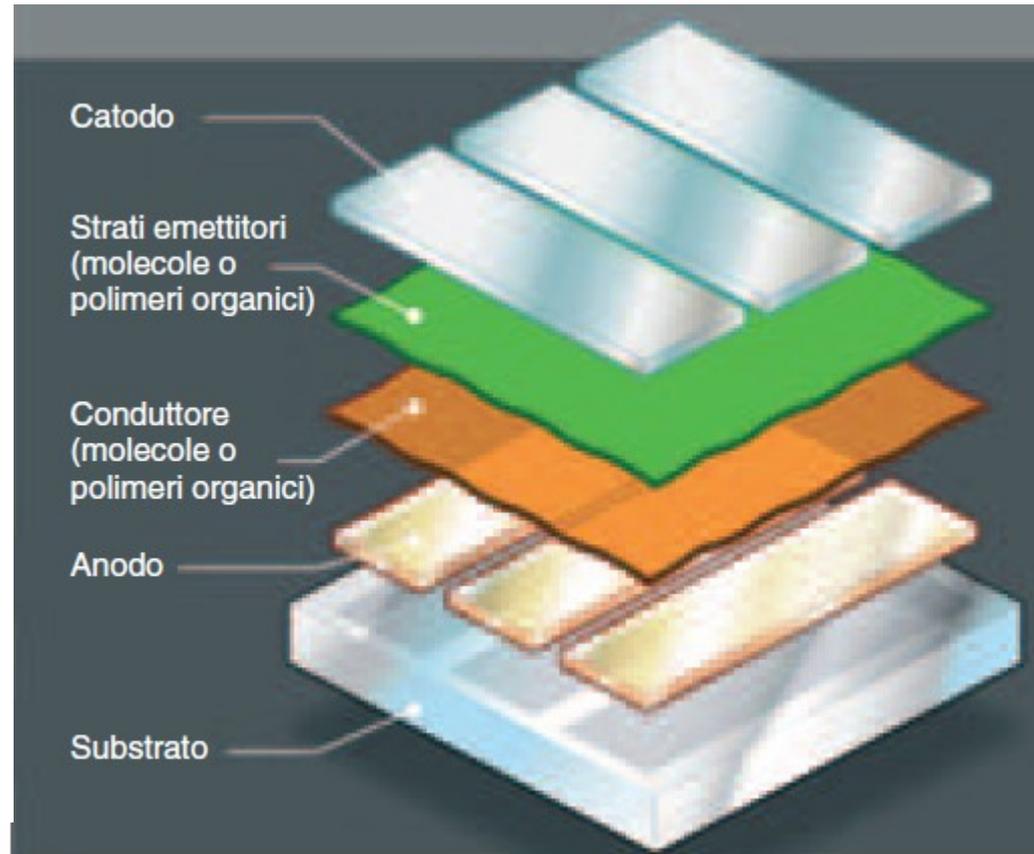


Fig. C.1.1.93 - Struttura di un oled. (fonte PPML-Lighting Revolution)

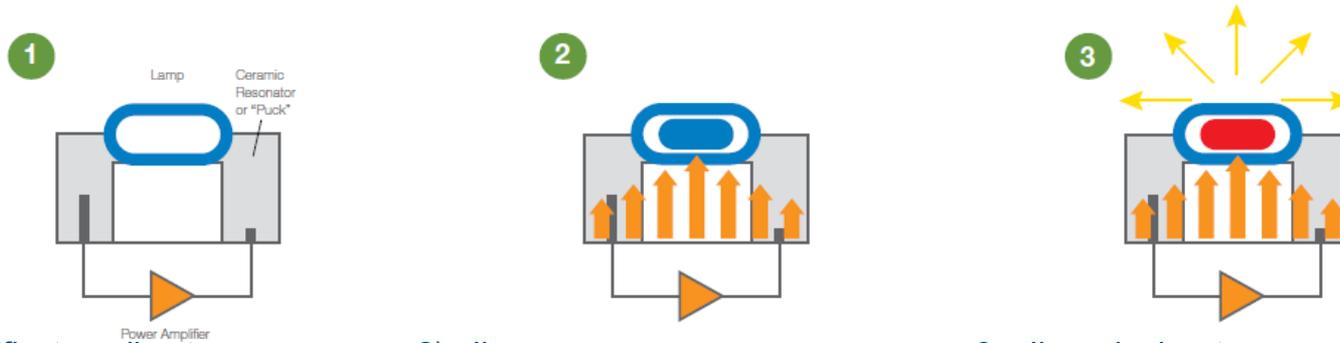
LEP (Light Emitting Plasma)

Questa nuovissima tecnologia, sviluppata dalla società americana Luxim, nasce in ottica complementare rispetto al LED. Essa, grazie all'elevata efficienza (circa 140 lm/w) permette un risparmio energetico anche laddove si necessita di grandi fabbisogni di luce



Fonte: Pandora Green

Sorgenti di illuminazione: La Tecnologia LEP



1) Amplificatore di potenza collegato ad un risonatore ceramico (disco). Al centro del disco è contenuta una lampada al quarzo

2) Il disco, azionato dall'amplificatore di potenza, crea un'onda stazionaria più forte al centro della lampada che ionizza il gas creando un bagliore

3) Il gas ionizzato, a sua volta si riscalda e fa evaporare il materiale a ioduri metallici che formano il plasma

Emissione luminosa puntiforme

Possibilità di progettare ottiche molto precise

Valori di Flusso luminoso molto elevati

Applicazioni complementari al LED



Sorgenti Luminose e Nuove Tecnologie: Impatto Ambientale e Risparmio Energetico

Fondazione Architetti Firenze - Marco Frascarolo

LEP (Light Emitting Plasma)



LEP (PLASMA)

Grazie alla lunga durata (50.000 ore come il LED), alla bassa manutenzione richiesta e al basso consumo (43% in meno rispetto alle tradizionali tecnologie) produce un risparmio globale considerevole. Questa tecnologia può essere gestita da remoto, per regolare un dimmeraggio fino al 20% della potenza, ma anche attraverso un sensore fotosensibile evoluto che ne comanda l'accensione.

Fonte: Pandora Green

Sorgenti di illuminazione: caratteristiche delle diverse tecnologie

PERFORMANCE	TECNOLOGIE			
	SAP	HIT	LED	LEP
Durata Elevata	 10.000/30.000h	 6.000/12.000h	 50.000h	 50.000h
Possibilità di dimmerazione				
CRI elevato				
Premio Normativo Variazione Categoria Illuminotecnica				
Flusso Elevato	 56.000lm	 40.000lm	 360lm*	 23.000lm
Installaz. pali altezza ≥ 10m				
Precisione Ottiche				
Dimensioni Ridotte App. per Flussi elevati				
Rapidità Accensione				

 Negative

 Medie

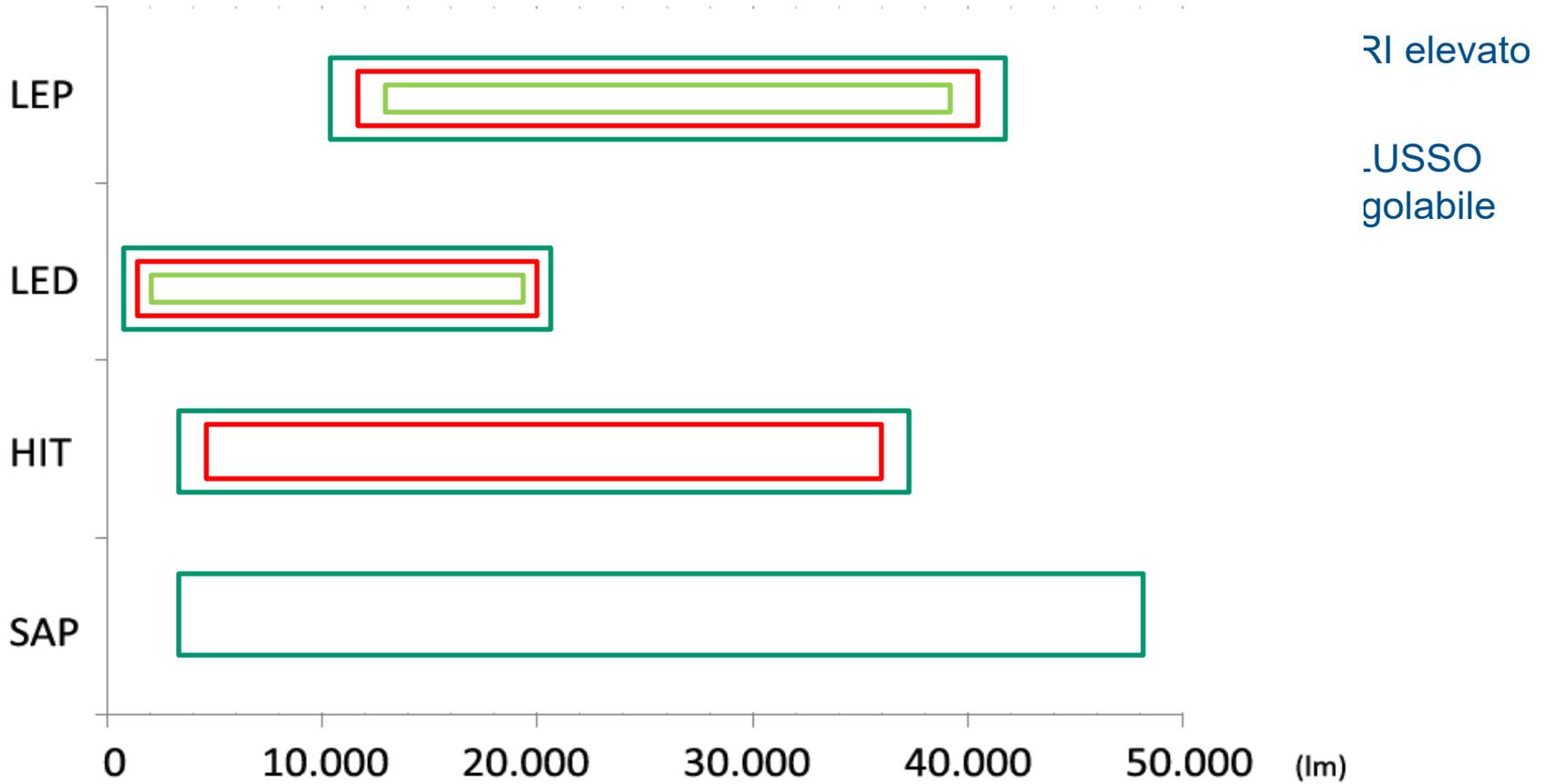
 Positive

*Singolo LED Cree XM-L

Sorgenti Luminose e Nuove Tecnologie: Impatto Ambientale e Risparmio Energetico

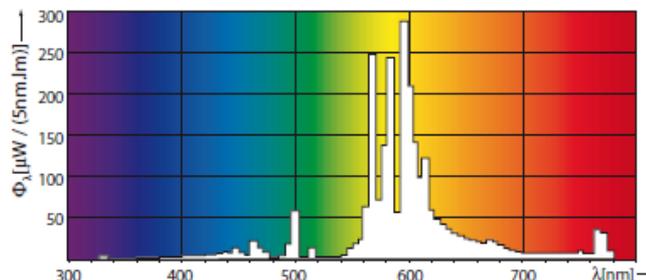
Fondazione Architetti Firenze - Marco Frascarolo

Sorgenti di illuminazione: flusso luminoso, CRI, possibilità di regolazione



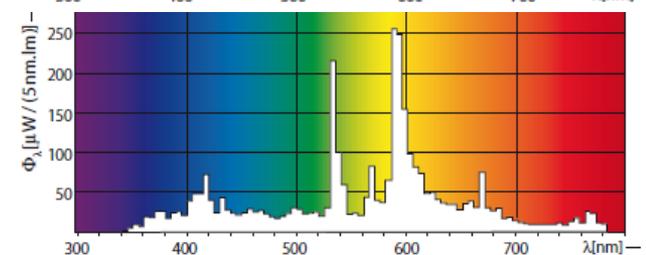
Sorgenti di illuminazione: spettro di emissione

VAPORI DI
SODIO



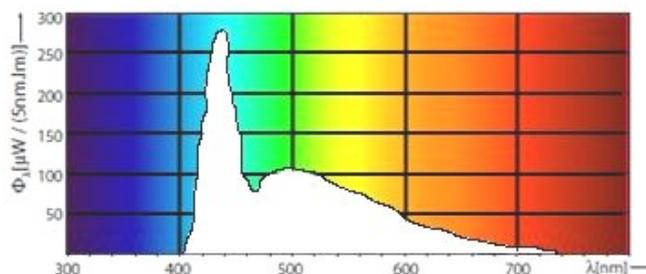
CRI = 60 (monocromatico)
Tk = 1700K - 3000K

IODURI
METALLICI



CRI = 60 - 80
Tk = 3000K - 4000K -
5000K

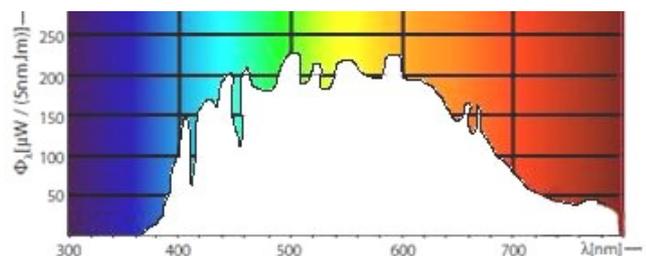
LED



CRI = 65 - 80
Tk = 2600K - 8000K *

*Fonte CREE

LEP



CRI = 72 - 94
Tk = 4300K - 6000K

Ottimizzazione delle scelte progettuali in funzione del risparmio energetico - Metodologia di lavoro

1. Individuazione delle variabili da cui dipende il rendimento complessivo dell'impianto:

- efficienza nominale delle sorgenti di illuminazione
- premi normativi che alcune normative assegnano a sorgenti con buone caratteristiche cromatiche (Parametri d'influenza)
- perdite dovute alle condizioni di esercizio reali (es. $T_{\text{aria}} \neq T_{\text{nominale}}$)
- perdite dovute al sistema di alimentazione
- rendimento delle ottiche
- qualità del progetto illuminotecnico (scelta di potenze, flussi, distribuzione di intensità, interdistanza ed altezza di installazione, etc.)
- deprezzamento nel tempo
- utilizzo di sistemi per la regolazione dei flussi

2. Influenza della singola variabile sul rendimento complessivo dell'impianto

3. Valutazione costi-benefici di diverse scelte impiantistiche – calcolo dei tempi di ritorno dell'investimento sia per nuove installazioni che per interventi di retrofit