

# INQUINAMENTO LUMINOSO



## Iluminotecnica Eco Compatibile per esterni

*Paolo Pescatori – Associazione CieloBuio*  
*Museo di Storia naturale - Livorno, 8 novembre 2011*  
*Pianeta Galileo 2011*



# Chi è CieloBuio: Coordinamento nazionale per la protezione del cielo notturno

**Associazione non a scopo di lucro che promuove il contenimento dell'inquinamento luminoso ed il risparmio energetico conseguente.**

**CB è il trait d'union fra ambiente e Illuminotecnica**

**CB ha infatti costituito una Commissione tecnica composta da: astronomi, scienziati, illuminotecnici e liberi professionisti, che spinti dalla passione per l'astronomia e privi di ogni "interesse" nel settore illuminazione, hanno studiato e cercato *soluzioni progettuali Eco-compatibili ed Eco-sostenibili***



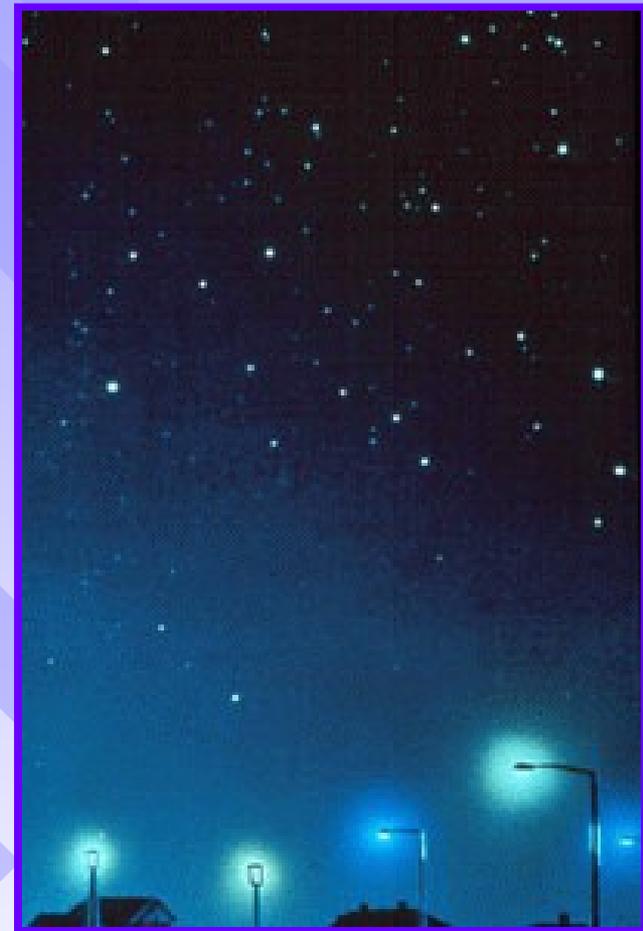
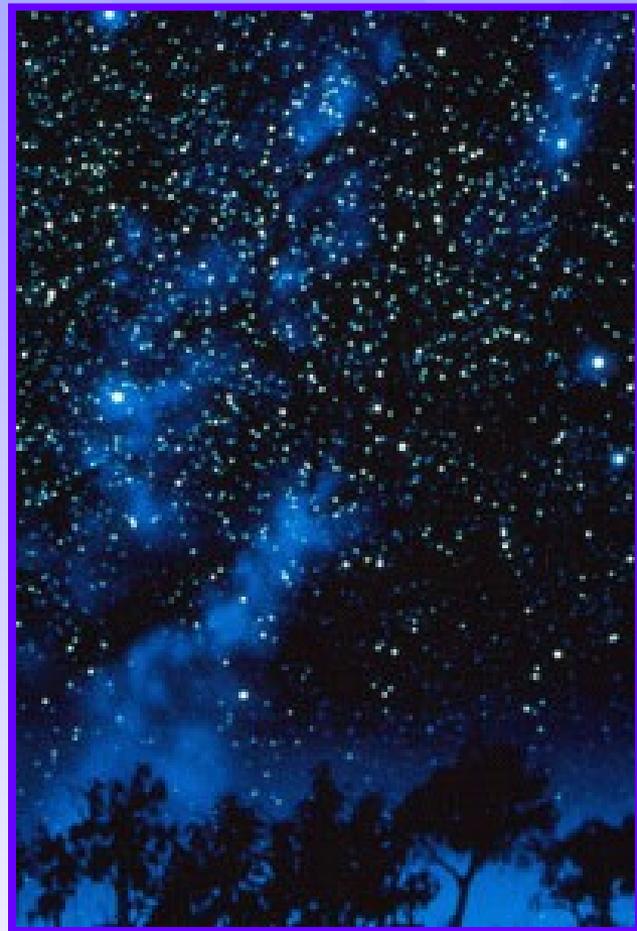
# CieloBuio in cifre dal 1998 ad oggi

- **Raccolto:** 25.000 firme a sostegno di quella che ora è la L.r.17/00 - **Promosso e fatto approvare buone leggi regionali:** Lombardia, Marche, Emilia Romagna, Abruzzo, Umbria, Puglia, Lazio, Campania, Liguria, Friuli V.G., Veneto, Molise, Trentino e Alto Adige e vari Regolamenti Attuativi
- **Promosso:** altri Pdl regionali ed un Pdl nazionale, le leggi della Repubblica Ceca, della Slovenia, leggi speciali per la protezione di Osservatori astronomici mondiali (OPCC, OTPC, ecc) ed altri pdl nazionali in stati UE, le misure recentemente adottate dall'Unesco nella Starlight Initiative
- **Organizzato:** convegni, corsi e master, con migliaia di professionisti, tecnici comunali, con relativi patrocini di Ordini e Collegi professionali, Province, Comuni e Regioni italiane in più iniziative
- **Pubblicato:** centinaia di articoli ed oltre 500.000 pieghevoli illustrati ed informativi

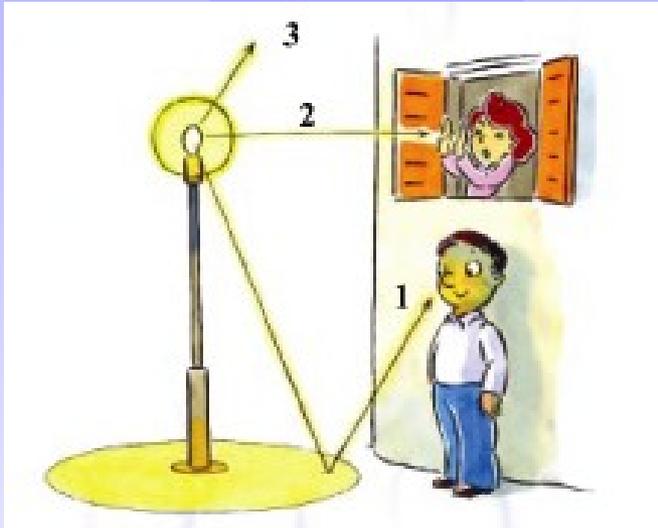
# INQUINAMENTO LUMINOSO

## DEFINIZIONE TECNICA

Ogni forma di irradiazione di luce artificiale che si disperda al di fuori delle aree cui essa è funzionalmente dedicata e, *in particolar modo, se orientata al di sopra della linea dell'orizzonte.*

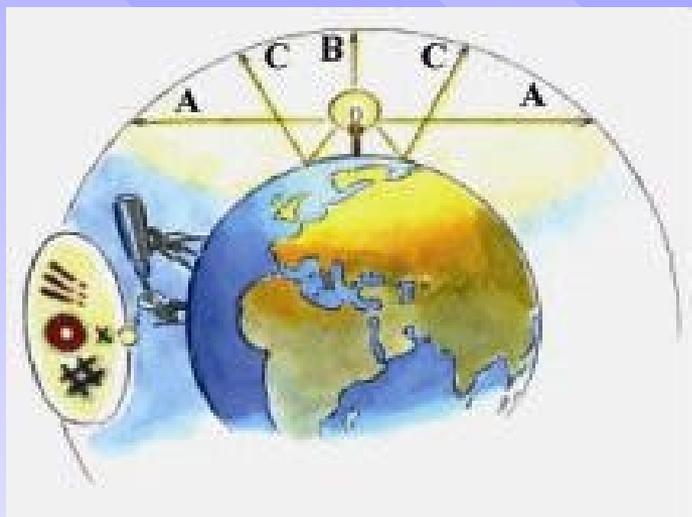


# COME SI GENERA?



1. **Luce utilizzata** (riflessa verso l'osservatore dalla superficie da illuminare)
1. **Luce non utilizzata ed abbagliante**
1. **Luce non utilizzata e dispersa**

# COME SI PROPAGA?



“B + C” = luce parzialmente diffusa in atmosfera;

1/3 si diffonde in atmosfera

2/3 sfuggono nello Spazio.

“A” = luce quasi totalmente diffusa in atmosfera.

La componente “A” è la più nociva perché si propaga e si diffonde integralmente per lunghi tratti dell'atmosfera (200/300 Km), ed è ostacolata solo dalla curvatura terrestre.



# **COSA PROVOCA?**

- ❖ **Limitazioni alla ricerca scientifica professionale e non professionale**
- ❖ **Spreco energetico e contributo all'emissione di sostanze climalteranti. Scarsa qualità della illuminazione delle nostre città.**
- ❖ **Luce intrusiva nelle abitazioni (soppressione melatonina, alterazioni ritmi circadiani, ecc)**
- ❖ **Scarsa sicurezza stradale per fenomeni di abbagliamento**
- ❖ **Alterazione degli habitat naturali.**



# **5 CRITERI TECNICI (minimi) per una legge eco-compatibile**

**dove si concilia Ecologia con Economia  
nell'ambito dell'uso dell'illuminazione esterna**

***gli stessi alla base delle leggi : Lombardia,  
Marche, Emilia-Romagna, Abruzzo,  
Umbria, Puglia, Liguria, Friuli V.G., Veneto,  
Trento e Alto Adige, Molise, e adottati da Unesco***



# I 5 criteri tecnici minimi e per una illuminazione eco-compatibile

**IN SINTESI, VALIDI SU TUTTO IL TERRITORIO PER GLI IMPIANTI DI NUOVA COSTRUZIONE O RICOSTRUZIONE, DEFINISCONO:**

**1° Dove inviare la luce (⇒ Dove serve)**

**2° Quanto illuminare (⇒ Quanta prevista dalle norme tecniche non di meno per sicurezza non di più in quanto uno spreco)**

**3° Come ottimizzare gli impianti (⇒ Massimizzando le interdistanze e minimizzando le potenze installate)**

**4° Come scegliere le sorgenti luminose (⇒ Utilizzando quelle ad alta efficienza in funzione del contesto d'uso)**

**5° Come gestire la luce (⇒ in funzione delle effettive esigenze temporali)**

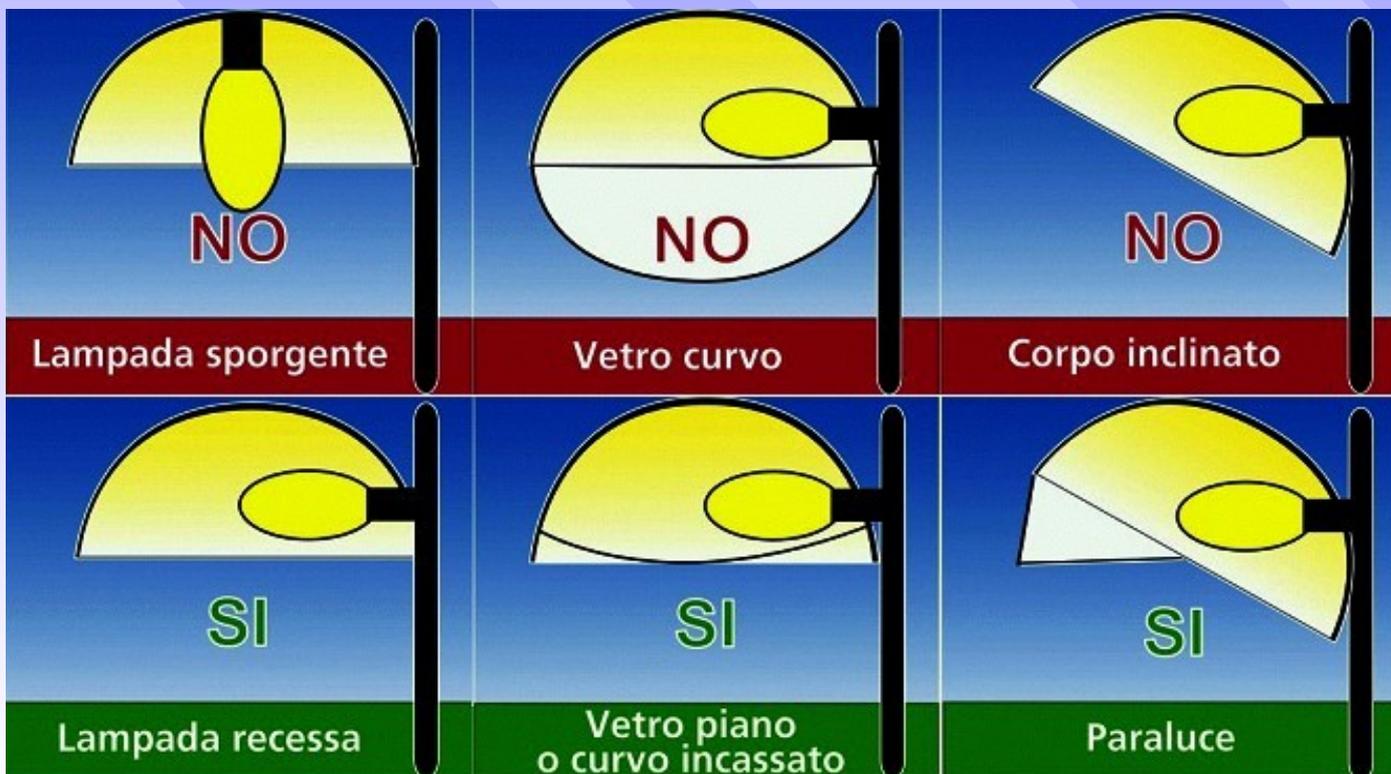
# I 5 criteri tecnici minimi

## per una illuminazione eco-compatibile

**VALIDI SU TUTTO IL TERRITORIO**

### 1° CONCETTO FONDAMENTALE

**Controllo del flusso luminoso diretto, in particolar modo limitare l'intensità luminosa massima a 0cd/klm a 90° ed oltre (0.49cd/klm)**

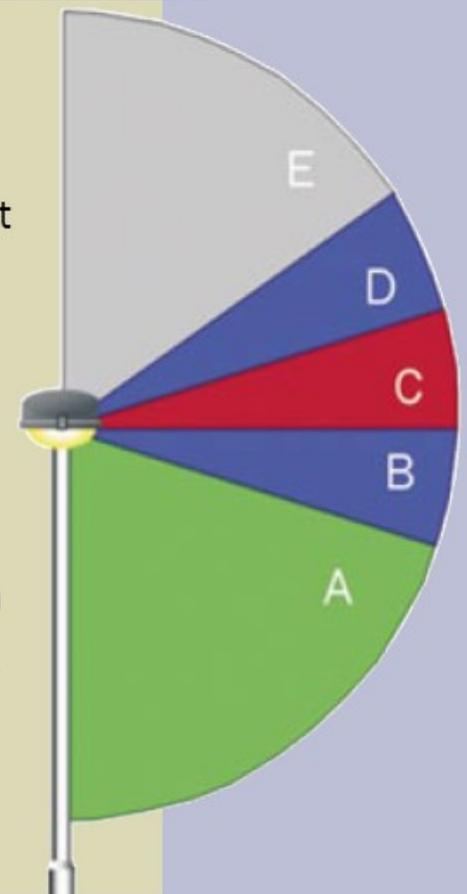


# Come si diffonde la luce 1

## Effect on Skyglow and cut-off angle<sup>19</sup>

Diagram to show relative impact of a luminaire's output contribution to skyglow.

- E 120-180° Critical area for skyglow experience from within urban and all areas but proportionally less impact to rural areas, distant from main light sources.
- D 95-120° Significant contributor to skyglow, especially in rural areas. Less likely to be obstructed.
- C 90-95° Critical zone for skyglow and obtrusion seen at 10s of km (in rural areas) where it is strongly dependent on aerosol scattering.
- B 85-90° Significant contributor to skyglow seen at a distance through reflection but reflected light more likely to be obstructed by buildings, trees and topography. Produce also glare in the roadway users.
- B<sub>bis</sub> 75° to 85° Produce glare in the roadway users.
- A 0-75° Ideal light distribution.

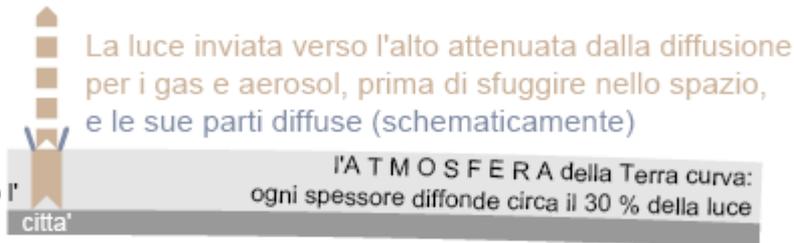


# Come si diffonde la luce 2

Perché il cielo della tua città e anche lontano da essa è così luminoso?

Quando la luce emessa dagli apparecchi o dalle superfici illuminate è inviata:

@ 90 gradi verso l'alto:  
30 % è diffusa,  
di cui il 28 % verso il basso,  
perciò torna verso il basso solo l'  
8 % del totale verso l'alto,



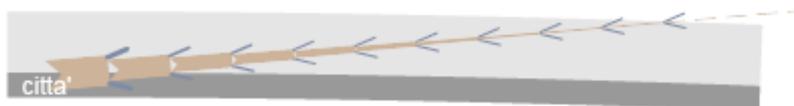
Il totale della luce diffusa dall'aria e le sue direzioni - simili alla direzione originale

@ 15 gradi verso l'alto:  
76 % è diffusa,  
di cui il 40 % verso il basso,  
perciò torna verso il basso  
31 % del totale verso l'alto,

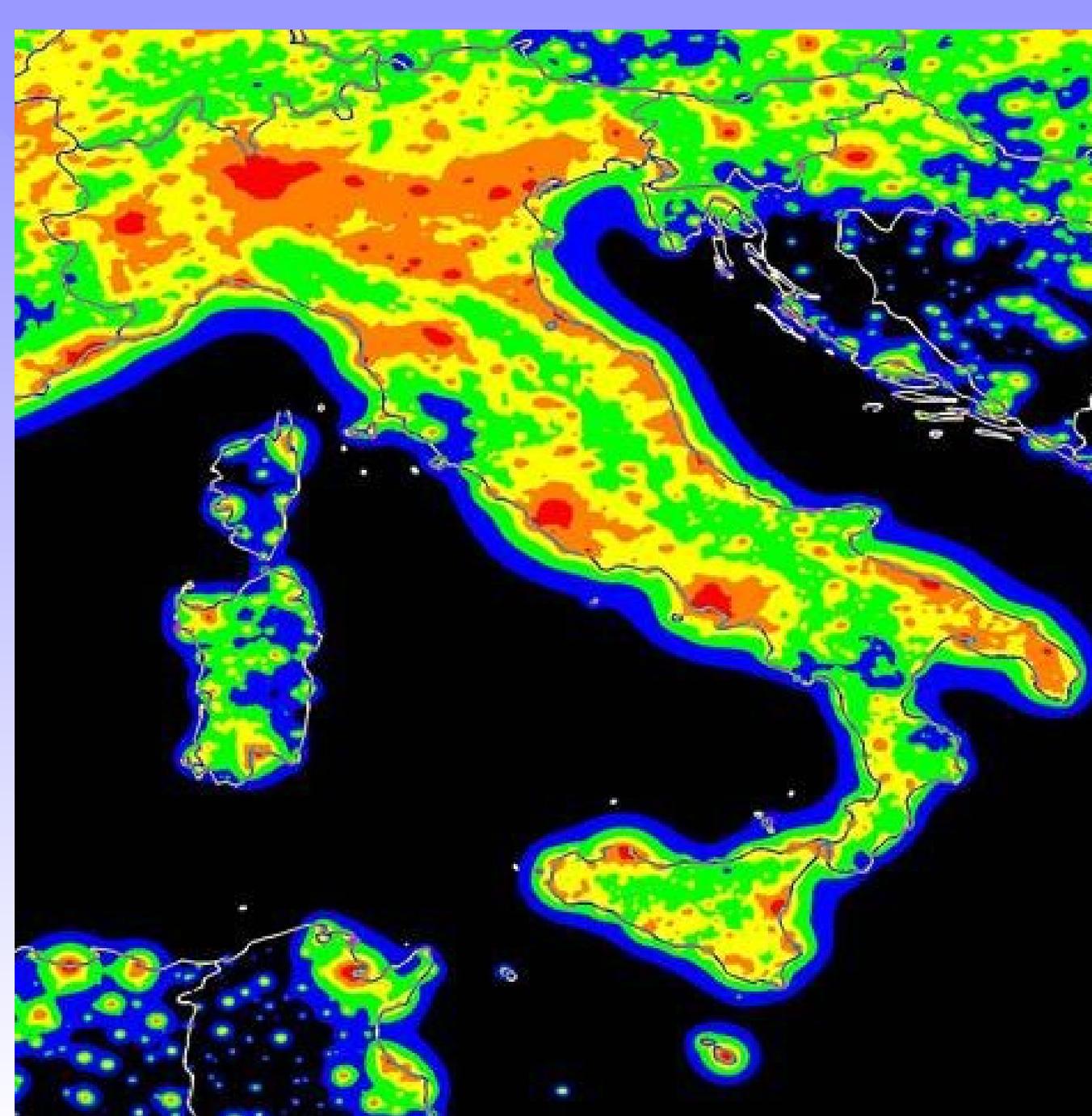
appena  $0.7^4 = 0.24$  della luce sfugge senza essere diffusa



@ 5 gradi verso l'alto:  
il 97 % è diffusa,  
di cui il 45 % verso il basso,  
perciò torna verso il basso  
45 % del totale verso l'alto.



Quali dei casi mostrati contribuisce maggiormente all'inquinamento luminoso, secondo te?



# Stato del cielo 1998

*(Cinzano, Falchi, Elwidge)*



**PRIMA.... (a norma di legge 3%)**

**DOPO....(a norma Legge "emissione zero")**



**Stesso impianto ma le 800 sfere da 150W sono diventate 800 da 70W (stessa illuminazione a terra) e un risparmio di 25.000Euro/anno!**

# I 5 criteri tecnici Minimi e per una illuminazione eco-compatibile



**Persino i grandi stadi  
posso essere fatti a  
norma ... e si  
Risparmia!**

**Stadio di Salò  
(Brescia)**



**alcune cifre:**

- **si passa da proiettori SIMMETRICI inclinati di 60° (ammessi dalla LR Veneto) a ASIMMETRICI orizzontali!**
- **si passa da 4 torri faro da 25m con 60 proiettori simmetrici a 4 torri faro con 52 proiettori asimmetrici!**

**Risparmio energetico annuo: del 13% e costo inferiore dell'impianto!**



# I 5 criteri tecnici minimi per una illuminazione eco-compatibile

## 2-3° CONCETTI FONDAMENTALI

**2. Controllo del flusso luminoso indiretto limitandolo al minimo richiesto e previsto dalle norme tecniche di sicurezza** *“le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, o, in assenza di norme di sicurezza specifiche, non superino 1 cd/m<sup>2</sup>”*

**3. Ottimizzazione delle interdistanze e delle potenze installate** *“garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3,7. Sono consentite soluzioni alternative, solo in presenza di ostacoli quali alberi, o in quanto funzionali alla certificata e documentata migliore efficienza generale dell'impianto.”*

⇒ *Impiegare, a parità di luminanza, apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni massime di interasse dei punti luce e che minimizzino costi ed interventi di manutenzione*



# Confronti di Impianti a Regola d'arte (a norma UNI11248 o EN 13201)

## Condizioni di Progetto:

Full cut-off luminaire - Power: 100W - Tilt: 0°  
Street: 2 lane, 7 m width  
Request: ( $L_m=1\text{cd/m}^2$   $U_o=0.4$   $U_l=0.5$ ) - UNI11248

### Progetto 1.

Altezza: 8m    Distanza: **14m**    sbraccio=0m    Rapporto D/H= **1.75**  
Potenza Installata/km: **7.1kW**    -    N° Pali/km: **71**

### Progetto 2.

Altezza : 8.5m    Distanza: **26.6m**    sbraccio =0m    Rapporto D/H= **3.12**  
Potenza Installata /km: **3.8kW**    -    N° Pali /km: **38**

### Progetto 3. a norma della Legge "emissione zero"

Altezza : 7m    Distanza: **30.5m**    sbraccio =1m    Rapporto D/H= **4.36**  
Potenza Installata /km: **3.3kW**    -    N° Pali /km: **33**

**Risultato: il 3° è il 15% migliore del 2° progetto ed oltre il 100% migliore del 1°..... Ma tutti sono a regola d'arte ed a "Norma"!!!**

# NON E' BANALE!

UN IMPIANTO AD ELEVATE PERFORMANCE, PER ESEMPIO CON INTERDISTANZE SUPERIORI A 4 VOLTE L'ALTEZZA DEI PALI, RISPETTO AD UN IMPIANTO TRADIZ. CON INTERDISTANZE DI 2.5 VOLTE L'ALTEZZA DI UN PALO

IN UN SOLO km DI STRADA PERMETTE DI:

RIDURRE IL COSTO DI PRIMA INSTALLAZIONE

**38 %**

(circa €35.000 - passando da un costo di circa 92.000€ ad un costo di 57.000€)

RIDURRE IL COSTO ENERGETICO DI 1 km DI STRADA

**40 %**

(circa €1.000/anno di risparmio sulla bolletta per la vita dell'impianto pari a circa 25 anni!)

RIDURRE IL COSTO DI MANUTENZIONE

**40 %**

(circa €350/anno di risparmio per la vita dell'impianto pari a circa 25 anni!)



# I 5 criteri tecnici di base per una illuminazione eco-compatibile

**VALIDI SU TUTTO IL TERRITORIO REGIONALE**

## **4° CONCETTO FONDAMENTALE**

**Utilizzo di lampade ad elevata efficienza**

- **Sodio (sempre) o altre sorgenti con efficienza non inferiore a  $lm/w > 90(*)$  e  $T < 3500K (**)$**
- **NO: Mercurio (Dir. 2002/95/CE) e incandescenza**
- **FLC "piccoli impianti" (ambito residenziale, ecc)**
- **Ridurre le potenze installate anche nelle sostituzione delle lampade**

# Il business dei prossimi anni

Sostituire 4 milioni di lampade a vapori di mercurio (quasi il 50% del totale) con analoghe .... MA .....

queste DEVONO essere ad alta efficienza e minore potenza!

**Solo sostituendo apparecchi e lampade tipo Hg 125W con SAP 70W:**

- Risparmio energetico del 70%!!!
- Incremento flusso lampada 5% ed effettivo a terra maggiore del 25%

**Inoltre:**

- Notevoli risparmi energetici e manutentivi (rapido pay back <4 anni)
- Eliminazione di sostanze potenzialmente pericolose
- Miglioramento della qualità degli impianti e ammodernamento

VECCHIA LAMPADA	SOSTITUITA	NUOVA LAMPADA	INCREMENTO DEL FLUSSO LUMINOSO	RISPARMIO INDICATIVO [W]
80W Mercurio	CON:	50W Sodio AP	- 6% (da 3600 a 3400 lumen)	60% (> se aumenta Interdistanza)
80W Mercurio		70W Sodio AP	+ 80% (da 3600 a 6500 lumen)	14% (> se aumenta Interdistanza)
125W Mercurio		70W Sodio AP	+ 5% (da 6200 a 6500 lumen)	70%
125W Mercurio		100W Sodio AP	+ 61% (da 6200 a 10000 lumen)	25% (> se aumenta Interdistanza)
250W Mercurio		150W Sodio AP	+ 21% (da 14000 a 17000 lumen)	40%



# I 5 criteri tecnici di base per una illuminazione eco-compatibile

**VALIDI SU TUTTO IL TERRITORIO**

## **5° CONCETTO FONDAMENTALE**

(Vedere: sezione impianti specifici)

**Utilizzare sistemi per la riduzione del flusso luminoso**

### ***Tipologie:***

- **Sistemi Centralizzati di controllo del Flusso Luminoso**
- **Sistemi di controllo e telegestione puntuale (di ciascun singolo punto luce)**



# I 5 criteri tecnici di base per una illuminazione eco-compatibile

**VALIDI SU TUTTO IL TERRITORIO**

**SOLO LA CONCOMITANZA DI QUESTI  
5 ASPETTI FONDAMENTALI PERMETTONO:**

- Reali risparmi energetici
- Reale controllo del proliferare dell'inquinamento luminoso ed ottico, massima tutela ambientale dall'I.L.
- Reale abbattimento dei fenomeni di abbagliamento e miglioramento della qualità della visione notturna (soprattutto in ambito stradale)

**Esempi pratici.....**

**Villa d'Ogna (BG), Trezzano Rosa (MI), Brignano,  
S.Benedetto Po(MN), Pv Bg, Etc...**

# **La pianificazione del territorio**

## **Con criteri di illuminazione eco-sostenibile**

**Lo strumento più efficace deputato per fare qualità, efficienza, e risparmio energetico in modo pianificato è  
"Il piano della luce"**

**Il PRIC fornisce una visione globale dell'illuminazione pubblica PASSATA E PRESENTE mediante una ridefinizione del territorio in funzione di linee guida operative (strutturali, illuminotecniche, estetiche, etc..) e degli investimenti**

**Coordina e delinea armonicamente anche mediante soluzioni di energy saving il FUTURO dell'illuminazione sul un territorio**

# Comuni con luce eco-sostenibile

## Municipalità

## Energy Saving

## Premi

**San Benedetto Po (Mn):**

**- 35 %**

**Magnocavallo (Mn):**

**- 48 %**

**Carbonara di Po (Mn) :**

**- 48 %**

**Rota Greca (CS):**

**- 41 %**

**San Giovanni in Marignano (RN)**

**- 44 %**

**Trezzano Rosa (Mi):**

**- 32 %**

**Fino del Monte (Bg):**

**- 36 %**



**E molti altri, compresi quelli che sono intervenuti anche solo parzialmente.**



**CieloBuio e le Associazioni aderenti  
ringraziano per l'attenzione**

**Visitate il sito:** [www.cielobuio.org](http://www.cielobuio.org)

**Contatti:** [info@cielobuio.org](mailto:info@cielobuio.org)