Inquinamento luminoso: risparmio energetico, controllo ambientale, opportunità professionali

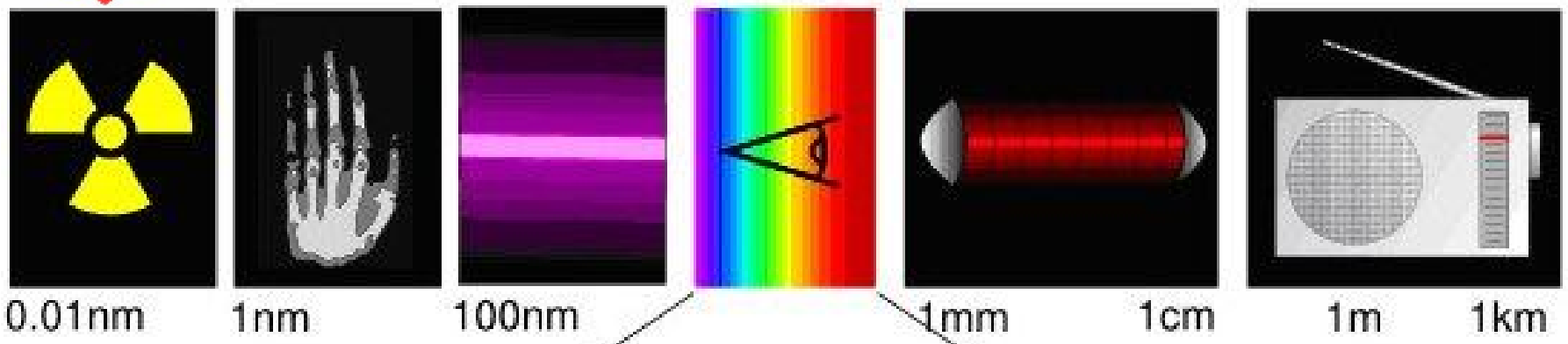
Sergio D'Amico

ANFeA - Associazione CieloBuio -
Coordinamento per la protezione del cielo notturno

I Congresso Nazionale ANFeA - Roma, 1 – 2 dicembre 2011

Cosa significa “Inquinamento”?

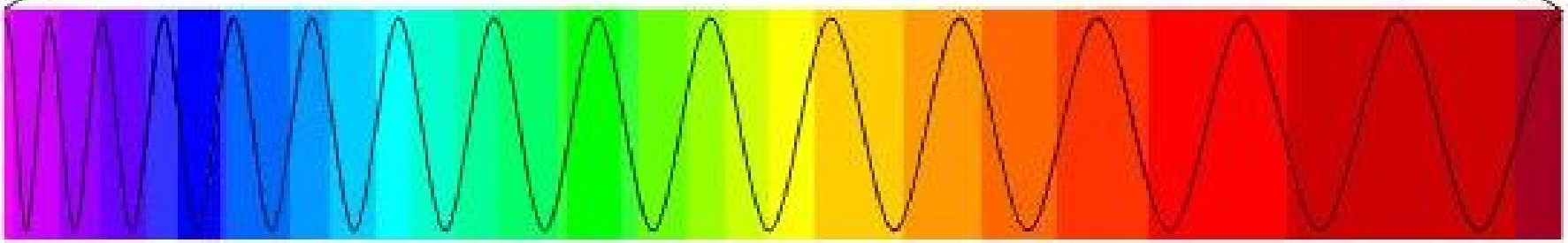
“Alterazione di un qualsiasi elemento o di una qualsiasi sostanza naturale”
(Dizionario della lingua italiana Devoto - Oli; ed. Le Monnier, 2000 - 2001)



RADIAZIONI IONIZZANTI

RADIAZIONE VISIBILE

RADIAZIONI NON IONIZZANTI



INQUINAMENTO LUMINOSO (I. L.)

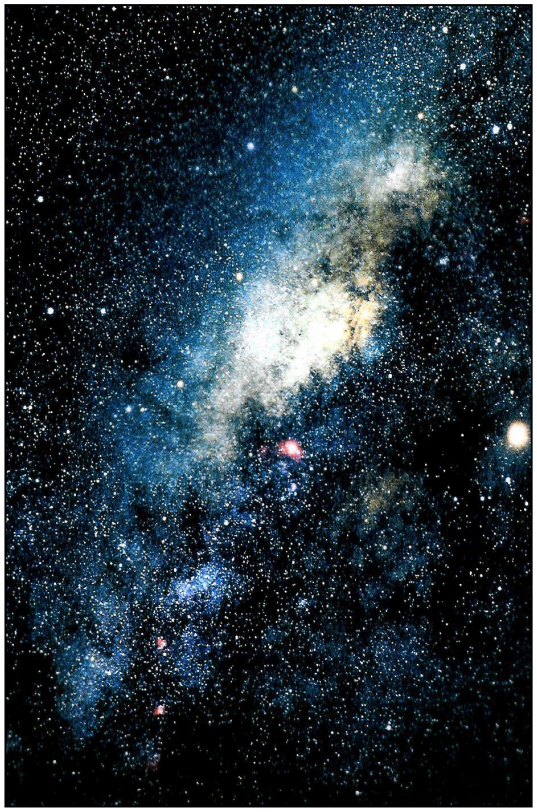
DEFINIZIONE TECNICA

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.

INQUINAMENTO LUMINOSO (I. L.)

Luce dell'aeroporto di Fiumicino da 70 km di distanza.

La luce artificiale dispersa nel cielo non si perde tutta nello spazio, ma viene in parte diffusa dalle particelle dell'atmosfera terrestre (molecole e aerosol) producendo la luminescenza del cielo.



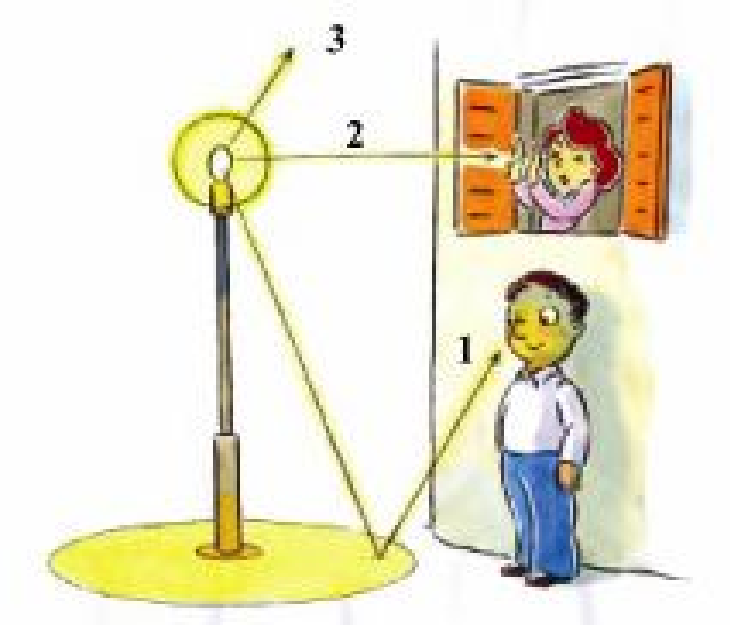
Inquinamento luminoso
Si chiama così perché…

- Con le altre forme di inquinamento ha in comune gli elementi essenziali:
- si tratta di un effetto prodotto dall'uomo sulla natura;
- sta creando difficoltà all'uomo stesso;
- il suo impatto sta crescendo rapidamente in modo preoccupante;
- se non mantenuto sotto controllo, in un prossimo futuro sarà molto dannoso.

COSA PROVOCA L'I. L.?

- Spreco energetico, e conseguente danno ambientale;
- Scarsa sicurezza stradale;
- Scarsa qualità dell'illuminazione urbana;
- Alterazione degli ecosistemi, e danni biologici anche sull'Uomo;
- Danno culturale per la scomparsa del cielo stellato;
- Danno alla ricerca astronomica professionale ed amatoriale.

COME SI GENERA L' I. L.?



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

CAUSE DELL'I. L.

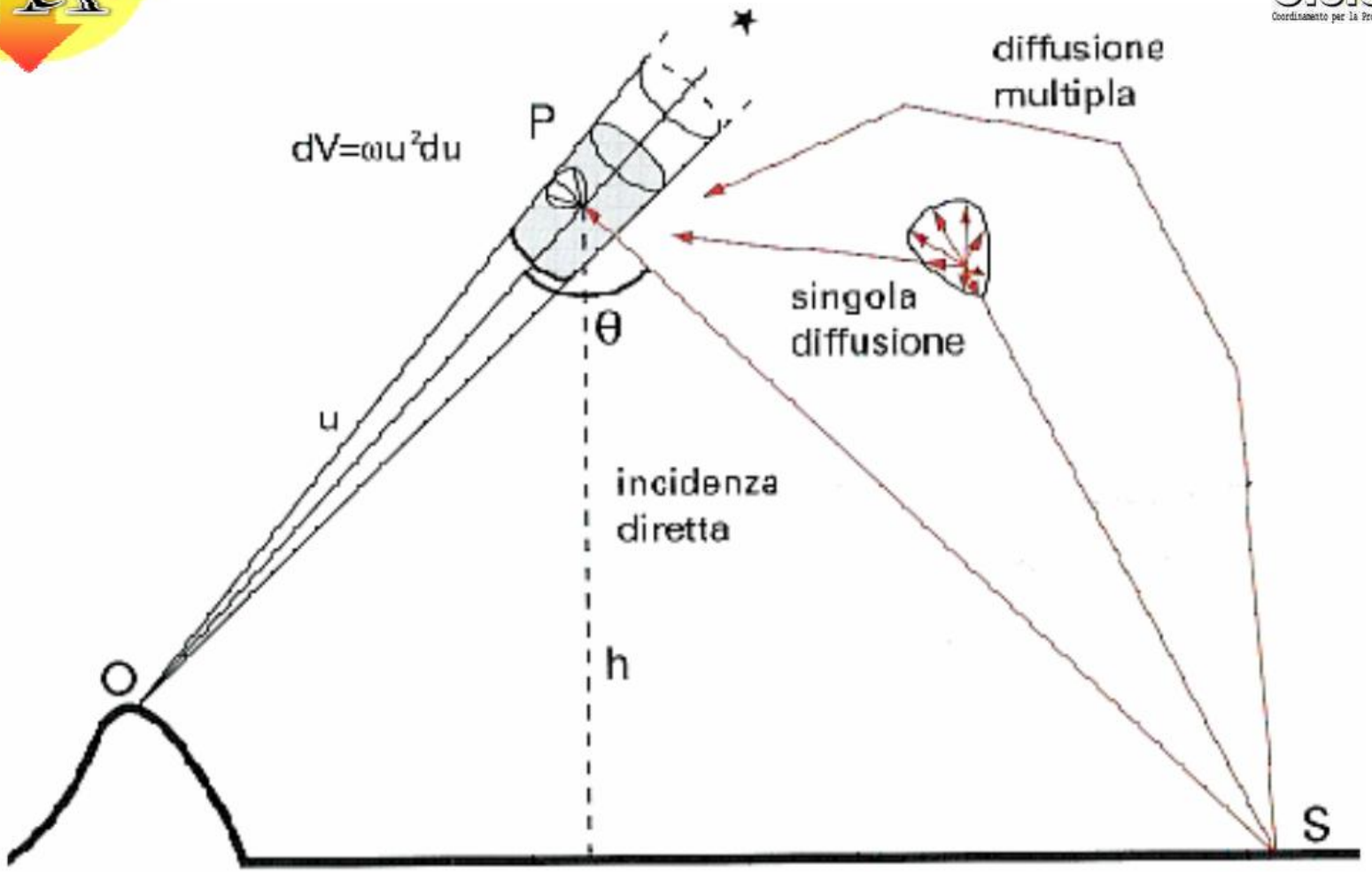
Secondo quanto comunemente ritenuto negli ambienti illuminotecnici, le cause principali dell'inquinamento luminoso sono riconducibili a:

- **Emissione diretta di luce verso la volta celeste;**
- **Riflessione di luce verso l'alto da parte del suolo.**

In realtà, la fonte primaria di polluzione luminosa del cielo è dovuta alla diffusione di luce a piccoli angoli rispetto al piano dell'orizzonte.

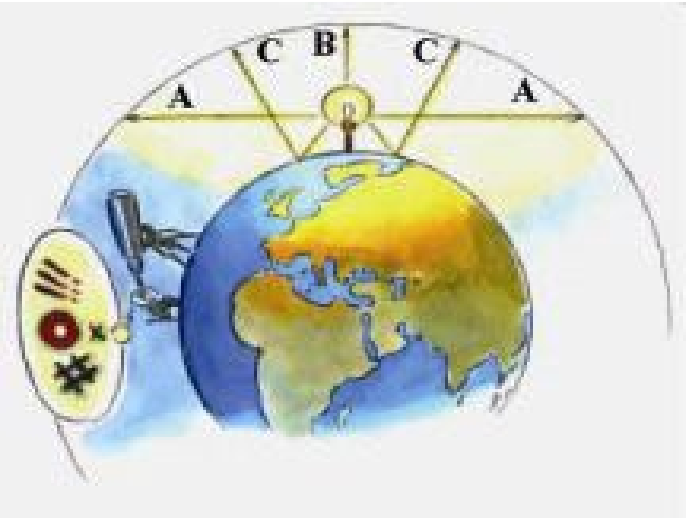
Infatti, a causa della presenza di particelle solide e di aerosol nell'atmosfera, nonché della presenza stessa di gas atmosferici, la luce risulta essere assorbita e riemessa, e quindi diffusa, in direzioni diverse da quella di emissione.

Ciò, in ragione di fenomeni di diffusione (alla MIE e alla RAYLEIGH), che avvengono preferibilmente in presenza di strati più spessi di atmosfera; cioè, quelli più prossimi all'orizzonte.



Genesi della luminosità del cielo notturno.

COME SI PROPAGA?



A. **Luce diretta per piccoli angoli sopra l'orizzonte.**

B. **Luce diretta verso la verticale.**

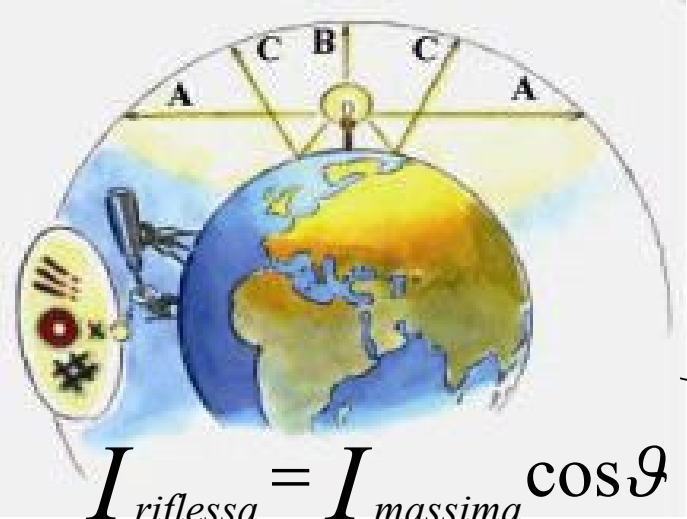
C. **Luce riflessa dalle superfici illuminate** (10% del flusso emesso dal lampione).

A + B + C = inquinamento luminoso

A = inquinamento a grande distanza

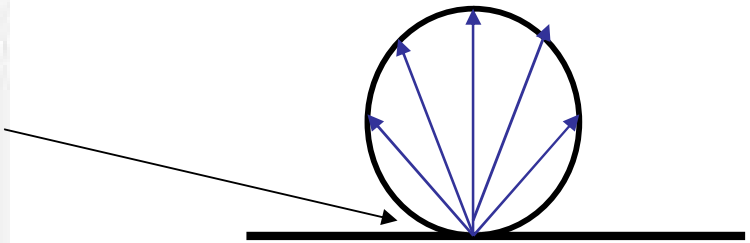
B + C = inquinamento a livello locale

COME SI PROPAGA?



$$I_{riflessa} = I_{massima} \cos\vartheta$$

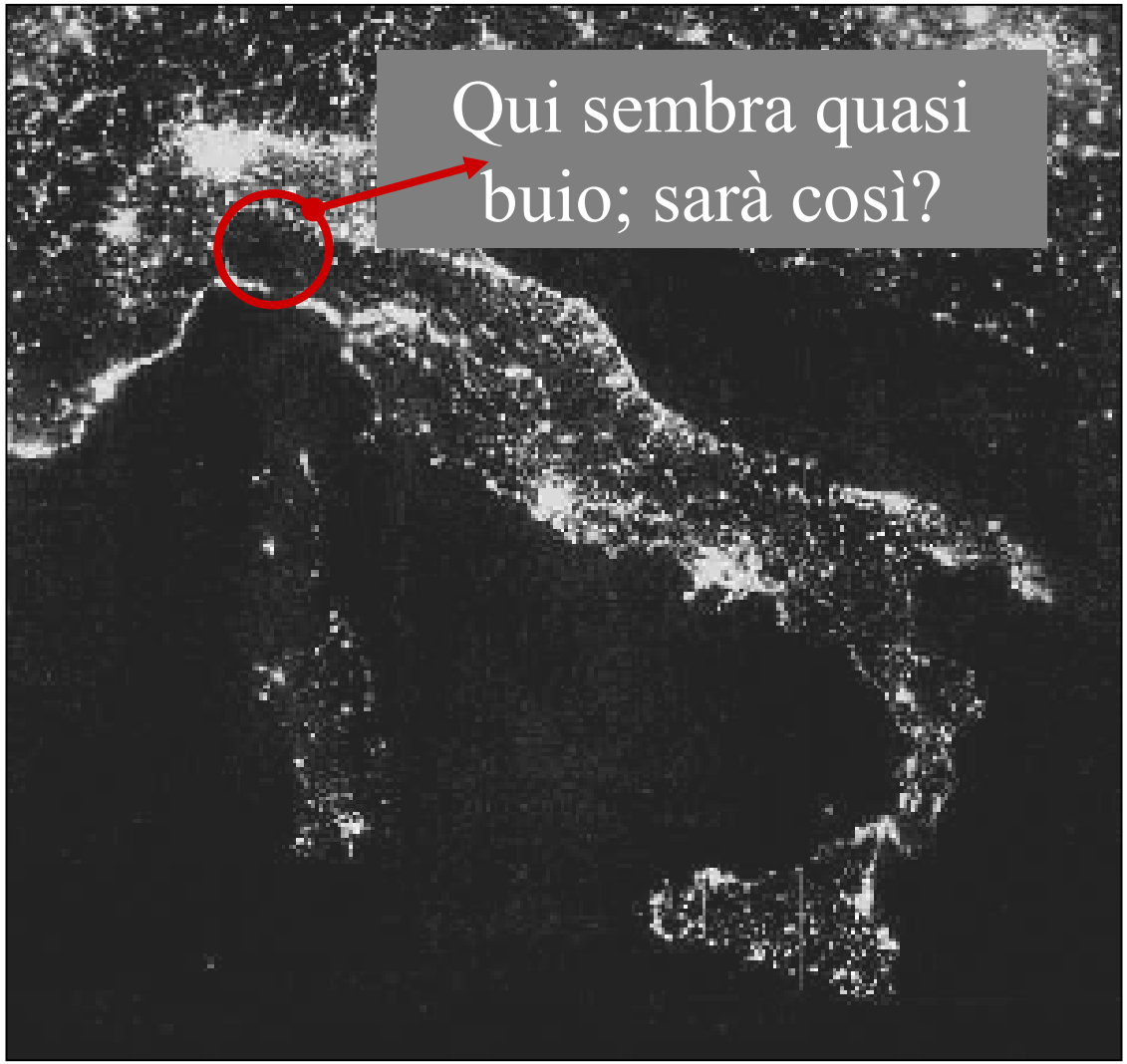
"**C**" = **Inquinamento locale**.
Emissione quasi Lambertiana con intensità piccole a piccoli angoli ed elevate verso la verticale



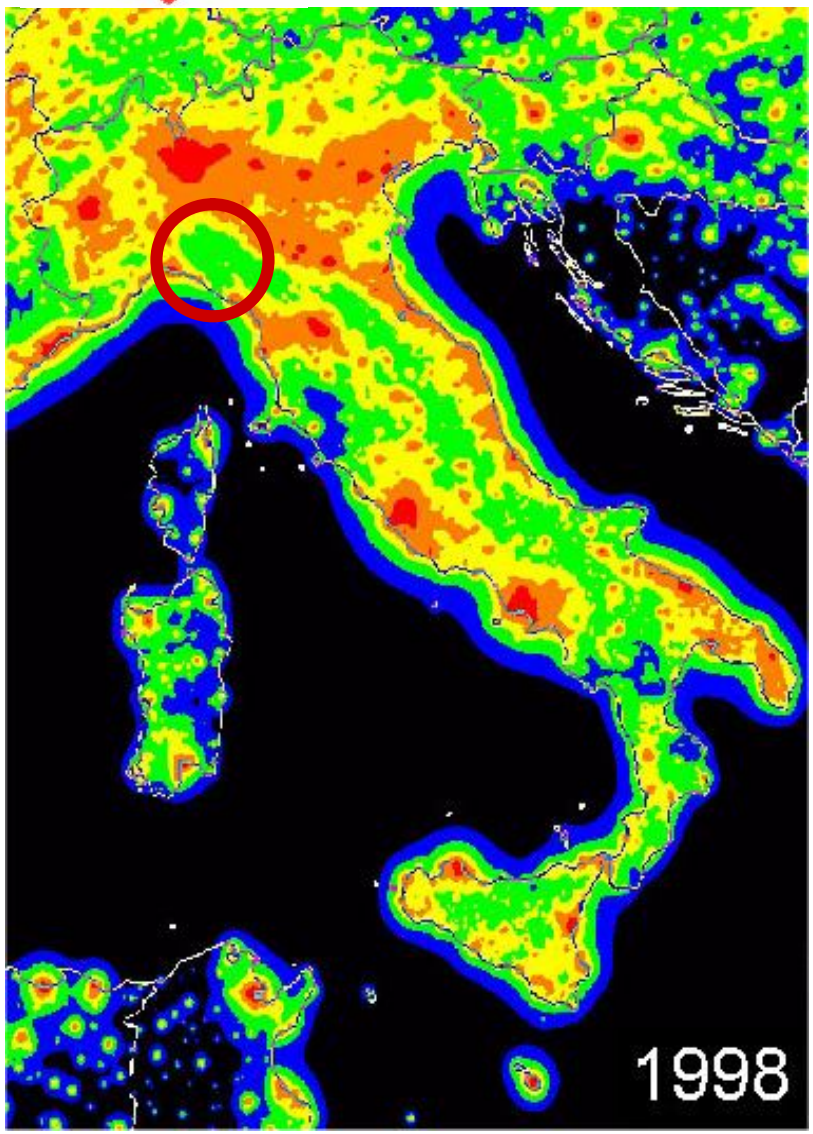
"A" = luce quasi totalmente diffusa in atmosfera.

"B" = Inquinamento locale

La componente "A" è la più nociva, perché si propaga e si diffonde integralmente per circa 200/300 Km nell'atmosfera, ed è ostacolata solo dalla curvatura terrestre



Luci visibili: dispersioni verticali + luce riflessa



Le percentuali indicano il rapporto fra luce artificiale e luminosità naturale del cielo notturno	
>900%	sono visibili meno di 100 stelle
<900%	la via lattea è invisibile anche nelle notti più limpide
<300%	la luce artificiale supera la luminosità del cielo notturno
<100%	molte stelle si perdono nel chiarore di fondo
<33%	non si vedono più le stelle più deboli
<11%	niente inquinamento, si vedono migliaia di stelle

QUELLO CHE SEMBRAVA BUIO HA UNA LUMINANZA DI QUASI IL 100% SUPERIORE A QUELLA NATURALE

The night sky in the World.

Satellite monitoring of the artificial night sky brightness and the stellar visibility

(P. Cinzano, F. Falchi, C,D. Elvidge)

CRESCITA IN ITALIA

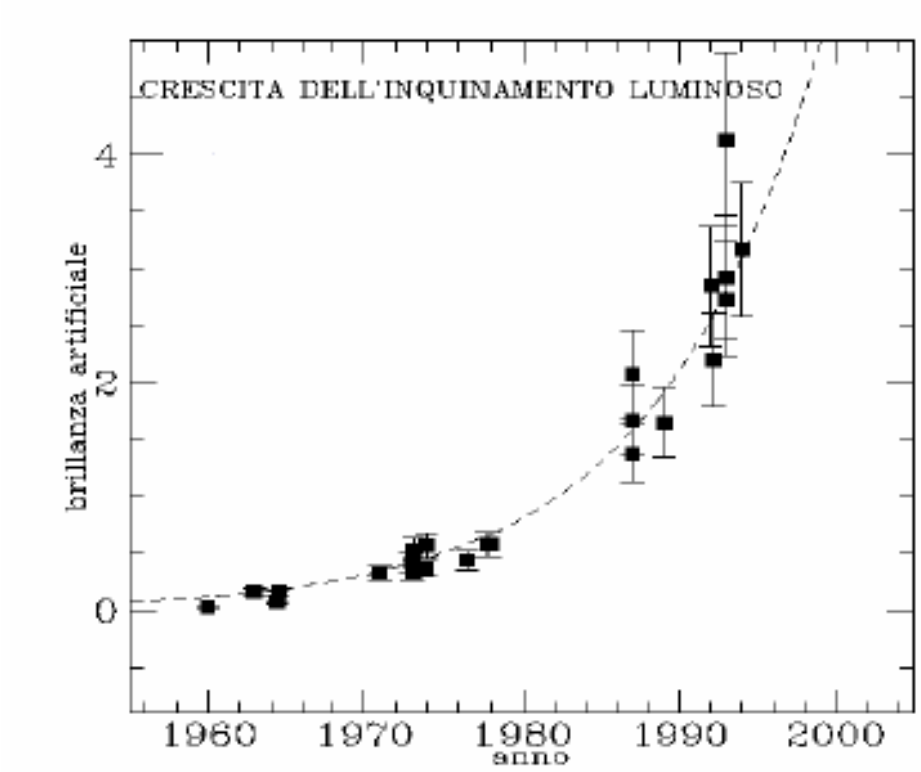
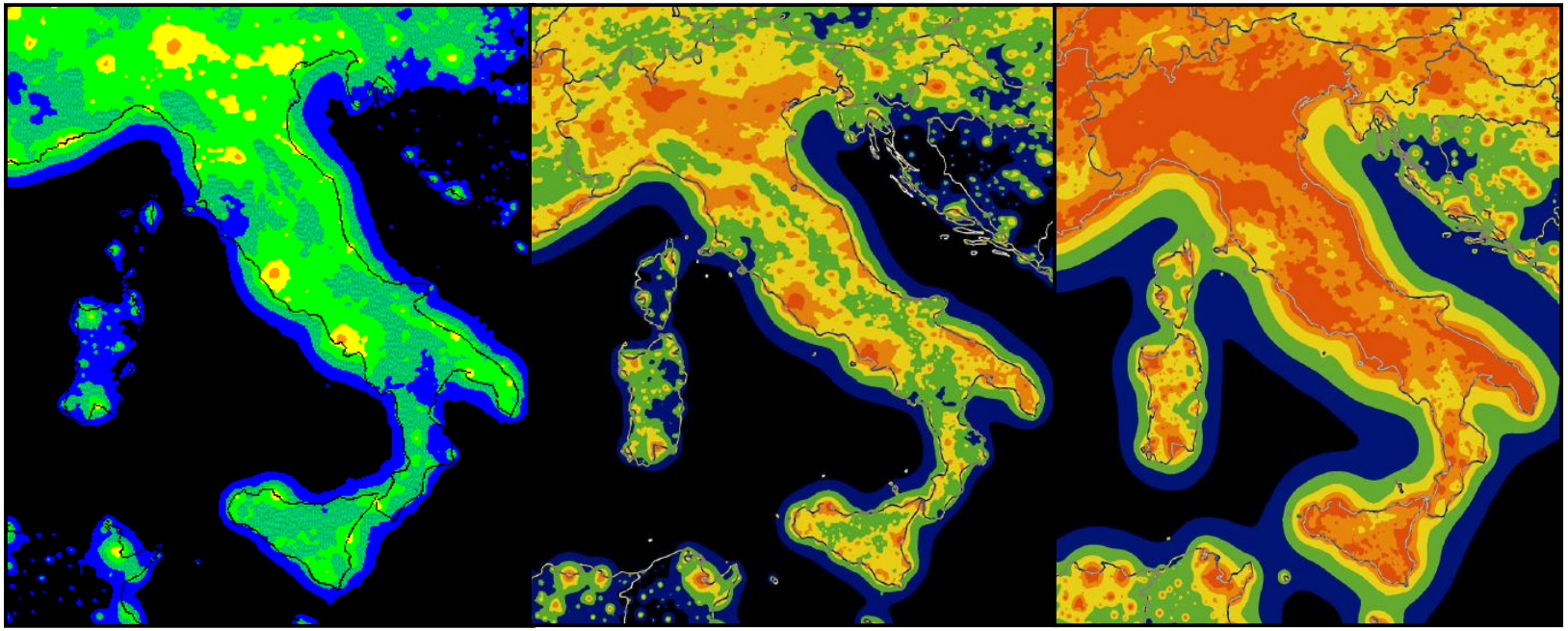


Grafico tratto da: “The growth of light pollution in North - Eastern Italy from 1960 to 1995, in Measuring and modelling light pollution” - ed. P. Cinzano, Mem. Soc, Astron. It. - 2000

+ 10% annuo dal 1960 (Cinzano Mem. S. A. It., vol. 71, n. 1, 2000)

L’andamento della curva di crescita ci mostra che l’inquinamento luminoso raddoppia ogni 10 anni.

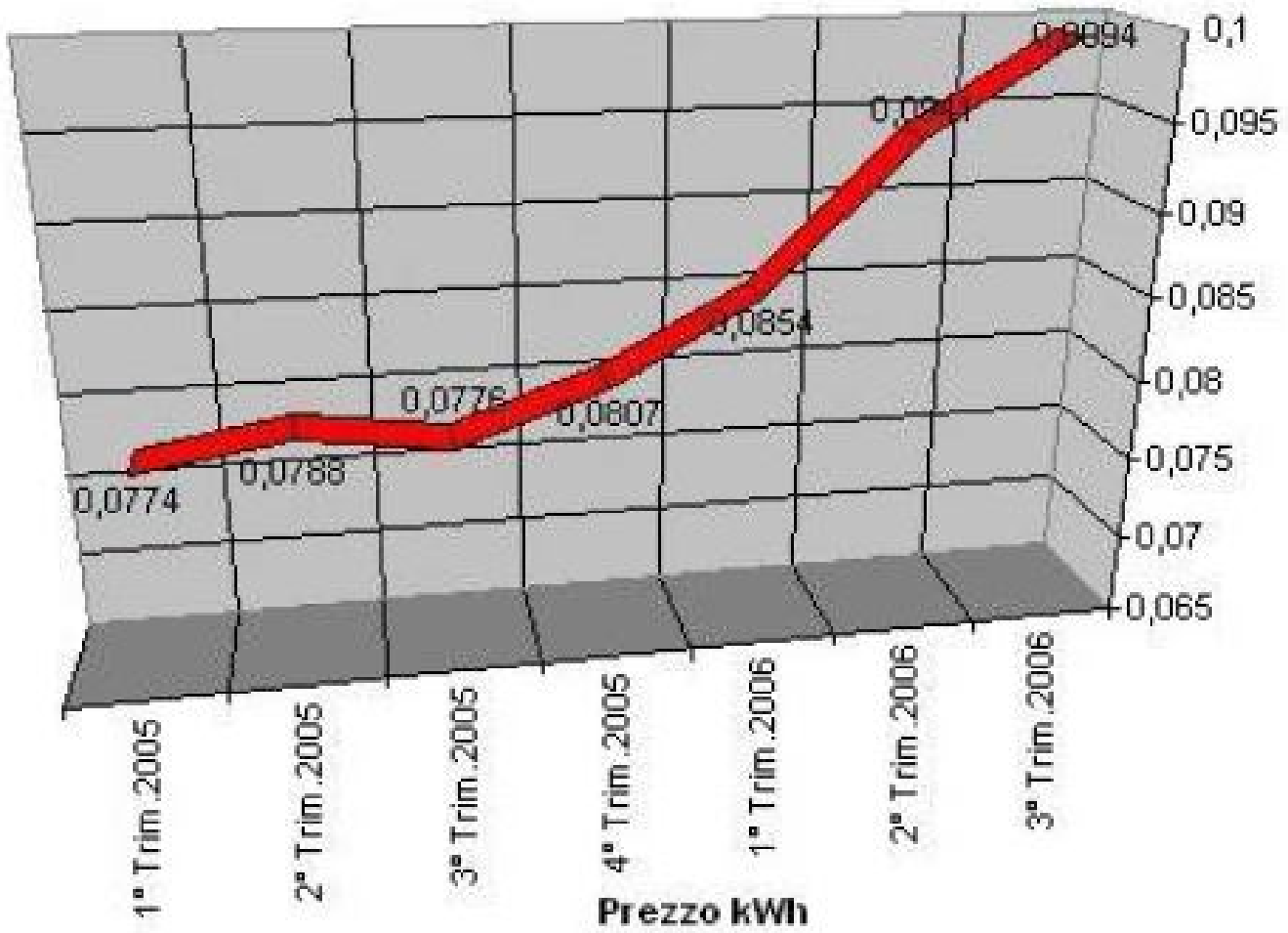
LA SITUAZIONE e LA PREVISIONE

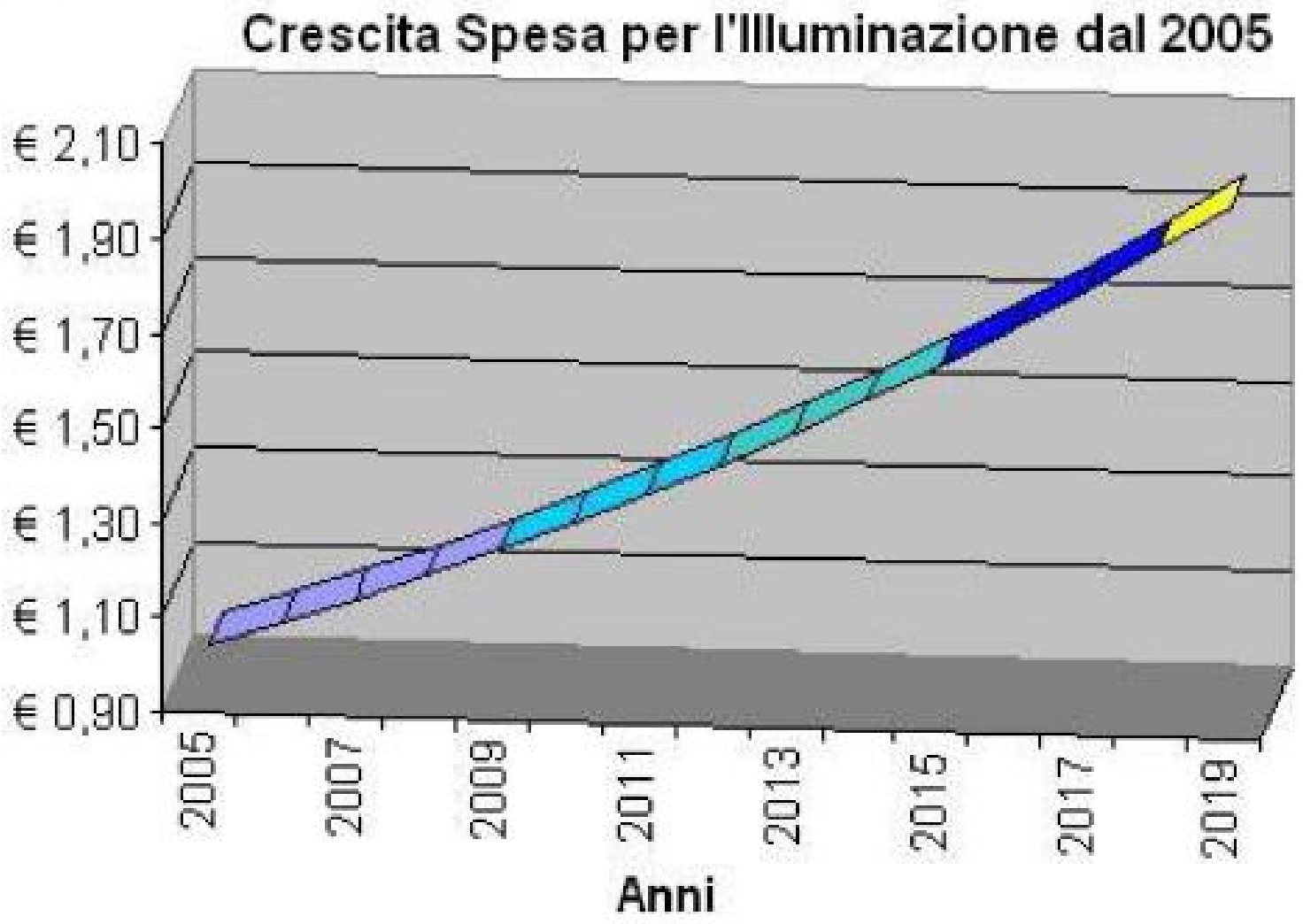


1971 **1998** **2025**

Nel 2025, nel 55% del territorio italiano, il cielo avrà la stessa luminosità del centro di Milano, compresa fra 10 a 50 volte la luminosità naturale del cielo notturno di oggi a Milano!

Andamento costo kWh




Crescita Spesa per l'Illuminazione dal 2005
€ 2,10
€ 1,90
€ 1,70
€ 1,50
€ 1,30
€ 1,10
€ 0,90
2005
2007
2009
2011
2013
2015
2017
2019
Anni

UNI 10819 - Impianti di illuminazione esterna – Requisiti per la limitazione della dispersione verso l'alto del flusso luminoso.

Incremento del flusso emesso verso l'alto corrispondente a diversi rapporti di emissione superiore, a parità di prestazioni illuminotecniche (Flusso totale 100 lm).

Limite di emissione	Diretto in alto	Diretto in basso	Riflesso in alto	Totale in alto	Incremento
1%	1	99	9.9	10.9	+ 10%
5%	5	95	9.5	14.5	+ 53%
10%	10	90	9	19	+ 111%
23%	23	77	7.7	30.7	+ 298%

L. R. 15/05 PUGLIA

REPUBBLICA ITALIANA

BOLLETTINO UFFICIALE

DELLA REGIONE PUGLIA

Anno XXXVI — BARI, 28 NOVEMBRE 2005 — N. 147

Il Bollettino Ufficiale della Regione Puglia si pubblica con frequenza infrasettimanale ed è diviso in due parti.
Nella 1ª parte si pubblicano: Leggi e Regolamenti regionali, Ordinanze e sentenze della Corte Costituzionale e di Organi giurisdizionali, Circolari aventi rilevanza esterna, Deliberazioni del Consiglio regionale riguardanti l'elezione dei componenti l'Ufficio di presidenza dell'Assemblea, della Giunta e delle Commissioni permanenti.
Nella 2ª parte si pubblicano: le deliberazioni del Consiglio regionale e della Giunta; i Decreti del Presidente, degli Assessori, dei funzionari delegati, di pubbliche autorità; gli avvisi, i bandi di concorso e le gare di appalto.
Gli annunci, gli avvisi, i bandi di concorso, le gare di appalto, sono inseriti nel Bollettino Ufficiale pubblicato il giovedì.
Direzione e Redazione - Presidenza Giunta Regionale - Lungomare N. Sauro, 33 - 70121 Bari - Tel. 0805406316-0805406317-0805406372 - Uff. abbonamenti 0805406376 - Fax 0805406379.
Abbonamento annuo di € 154,28 tramite versamento su c.c.p. n. 18785709 intestato a Regione Puglia - Ufficio Bollettino Ufficiale - Lungomare N. Sauro, 33 - Bari.
Prezzo di vendita € 1,34. I versamenti per l'abbonamento effettuati entro il 15° giorno di ogni mese avranno validità dal 1° giorno del mese successivo; mentre i versamenti effettuati dopo il 15° giorno o comunque entro il 30° giorno di ogni mese avranno validità dal 15° giorno del mese successivo.

Gli annunci da pubblicare devono essere inviati almeno 3 giorni prima della scadenza del termine utile per la pubblicazione alla Direzione del Bollettino Ufficiale - Lungomare N. Sauro, 33 - Bari.
Il testo originale su carta da bollo da € 14,62, salvo esenzioni di legge, deve essere corredato da 1 copia in carta uso bollo e dall'attestazione del versamento della tassa di pubblicazione prevista.
L'importo della tassa di pubblicazione è di € 154,94 oltre IVA al 20% (importo totale € 185,93) per ogni inserzione il cui contenuto non sia superiore, nel testo, a quattro cartelle dattiloscritte part a 100 righe per 80 battute (o frazione) e di € 11,36 oltre IVA (importo totale € 13,63) per ogni ulteriore cartella dattiloscritta di 25 righi per 60 battute (o frazione).
Il versamento dello stesso deve essere effettuato sul c.c.p. n. 18785709 intestato a **Regione Puglia - Ufficio Bollettino Ufficiale Bari.**
Non si darà corso alle inserzioni prive della predetta documentazione.
LE PUBBLICAZIONI SONO IN VENDITA PRESSO LA LIBRERIA UNIVERSITÀ E PROFESSIONI SRL - VIA CRISANZIO 16 - BARI; LIBRERIA PIAZZO - PIAZZA VITTORIA, 4 - BRINDISI; CASA DEL LIBRO - VIA LIGURIA, 82 - TARANTO; LIBRERIA PATIERNO ANTONIO - VIA DANTE, 21 - FOGGIA; LIBRERIA MILELLA - VIA PALMIERI 30 - LECCE.

SOMMARIO

PARTE PRIMA

Leggi e regolamenti regionali

LEGGE REGIONALE 23 novembre 2005, n. 15
"Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico"
Pag. 14388

LEGGE REGIONALE 23 novembre 2005, n. 16
"Deroghe alle volumetrie edilizie previste dagli indici di zona degli strumenti urbanistici generali in favore dei portatori di handicap grave"
Pag. 14393

LEGGE REGIONALE 23 novembre 2005, n. 15

"Misure urgenti per il contenimento dell'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico"

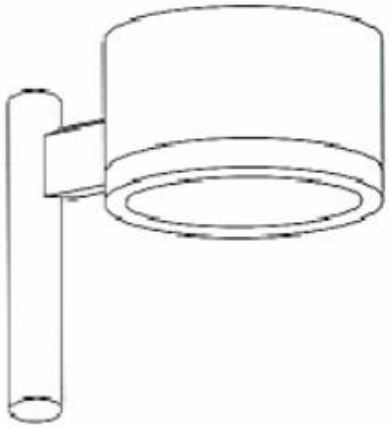
Pag. 14388

Impianto esistente prima dell'intervento di riduzione dell'inquinamento luminoso

Flusso superiore: **35%**
Flusso inferiore: **65%**
Unità installate: **198**

Nuovo impianto

Flusso superiore: **1%**
Flusso inferiore: **99%**
Unità installate: **130**

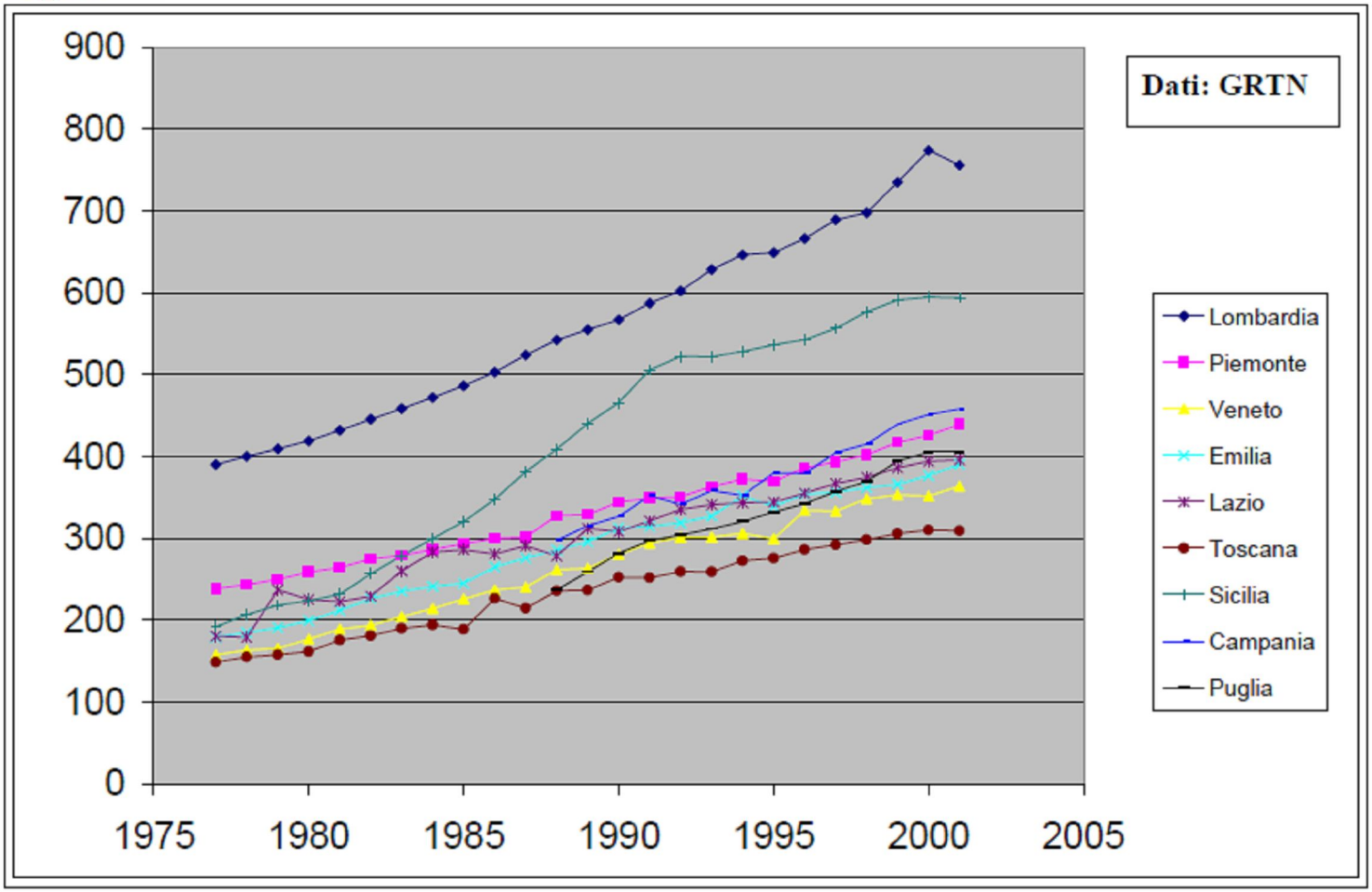


Flusso superiore: **0%**
Flusso inferiore: **100%**
Unità installate: **68**

Intervento sull'impianto di pubblica illuminazione di Barlovento (Spagna)

Risultati ottenuti con il nuovo impianto

Riduzione del flusso verso l'alto: **84,8%**
Riduzione del flusso verso il basso: **3,6%**
Riduzione consumi energetici: **65%**



Lombardia

Anno	valore mln KWh	Diff. Anno prec.
2000	773,8	5,3
2001	755,6	-2,4

Risparmio di circa 3 Miliardi di Lire/anno (1.820.000€) DAL 2000 AL 2001

Risparmio sul trend di crescita previsto dai dati dei 2 anni precedenti (5%) di circa 11 Miliardi di Lire/anno (5.689.000€) dal 2000 al 2001

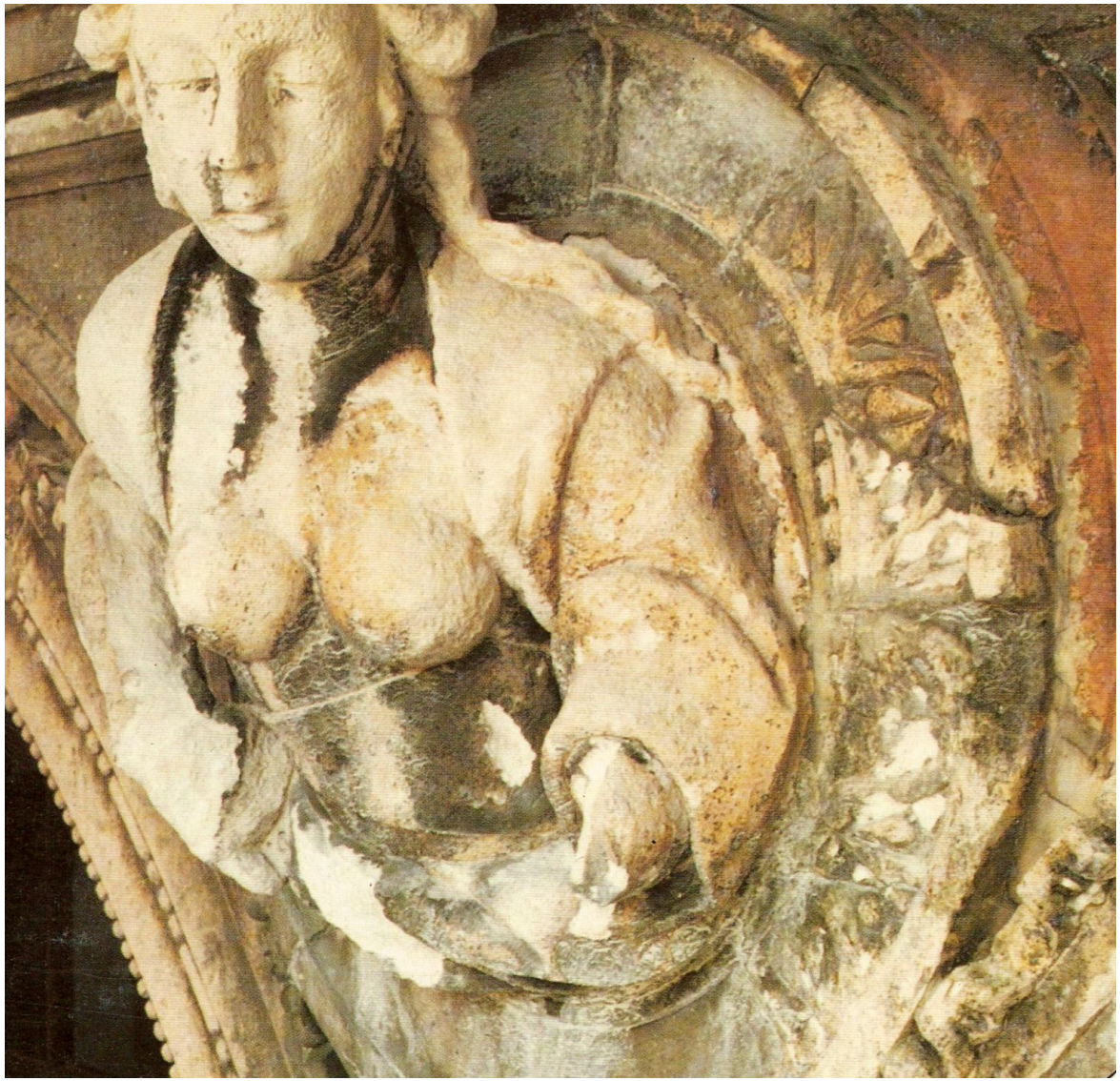
Minori consumi energetici si traducono in minori emissioni di gas serra in atmosfera, dell'ordine di decine di punti percentuali.

Energy consumption and equivalent values for CO_2 output after simple and advanced retrofitting of luminaires with lamps from Philips–AEG Lighting Technique, Germany.

	Old System	*New System*	*Reduction*	
			Absolute	*%*
Simple retrofitting	2x 125-W hp mercury vapor lamps, elliptical (type HPL)	2x 70-W hp sodium lamps, elliptical (type SON)		
Energy consumption for full illumination	280 W × 11 h/d = 3.08 kWh/d	160 W × 11 h/d = 1.76 kWh/d	–1.32 kWh/d	–43
Energy consumption for reduced illumination	280 W × 5 h + 140 W × 6 h = 2.24 kWh/d	160 W × 5 h + 80 W × 6 h = 1.280 kWh/d	–0.96 kWh/d	–43
CO_2 output for full illumination	1.848 kg/d	1.056 kg/d	–0.792 kg/d	–43
CO_2 output for reduced illumination	1.344 kg/d	0.768 kg/d	–0.576 kg/d	–43
Advanced retrofitting	2x 125-W hp mercury vapor lamps, elliptical (type HPL)	1x 100-W hp sodium lamp, tubular (type SON-T Plus)		
Energy consumption for full illumination	280 W × 11 h/d = 3.08 kWh/d	115 W × 11 h/d = 1.265 kWh/d	–1.815 kWh/d	–59
Energy consumption for reduced illumination	280 W × 5 h + 140 W × 6 h = 2.24 kWh/d	115 W × 5 h + 90 W × 6 h = 1.115 kWh/d	–1.125 kWh/d	–50
CO_2 output for full illumination	1.848 kg/d	0.759 kg/d	–1.089 kg/d	–59
CO_2 output for reduced illumination	1.344 kg/d	0.669 kg/d	–0.675 kg/d	–50

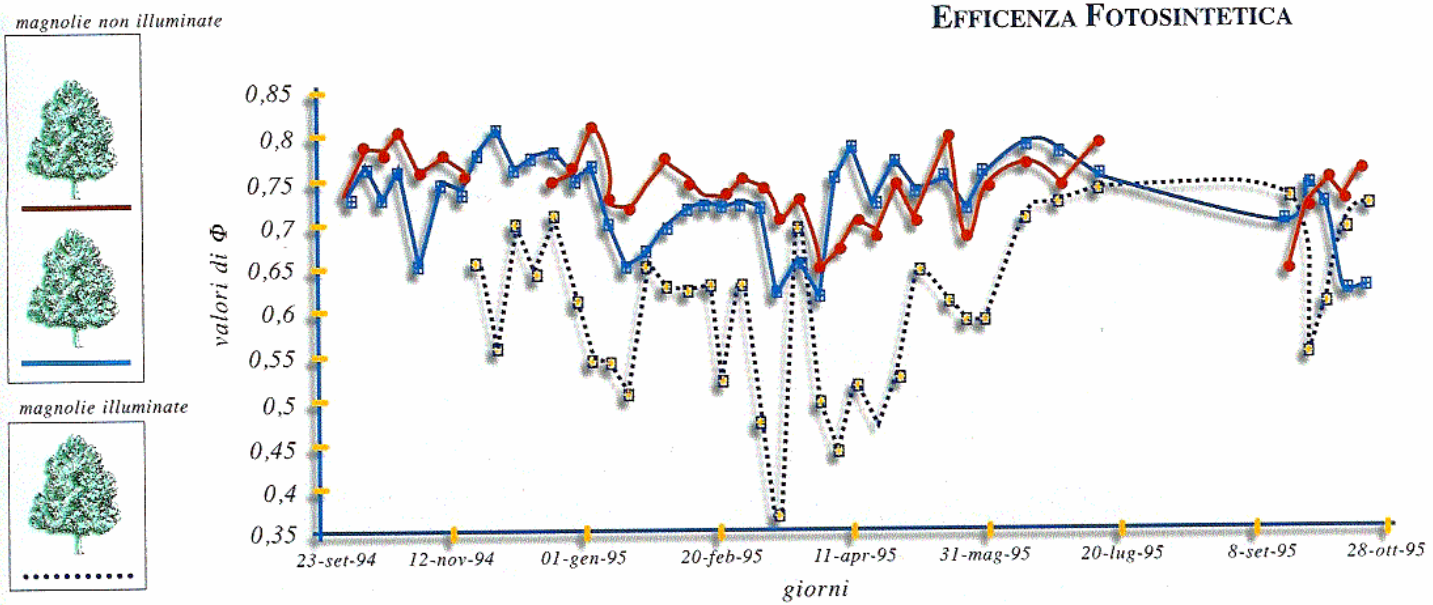
Source: Robert Class, Philips–AEG Lighting Technique, Germany.

Non ha senso illuminare a giorno i Beni artistici ed architettonici, se, poi, per produrre l'elettricità necessaria ad alimentare le lampade, si immettono in atmosfera sostanze chimiche dannose per i monumenti di interesse storico.



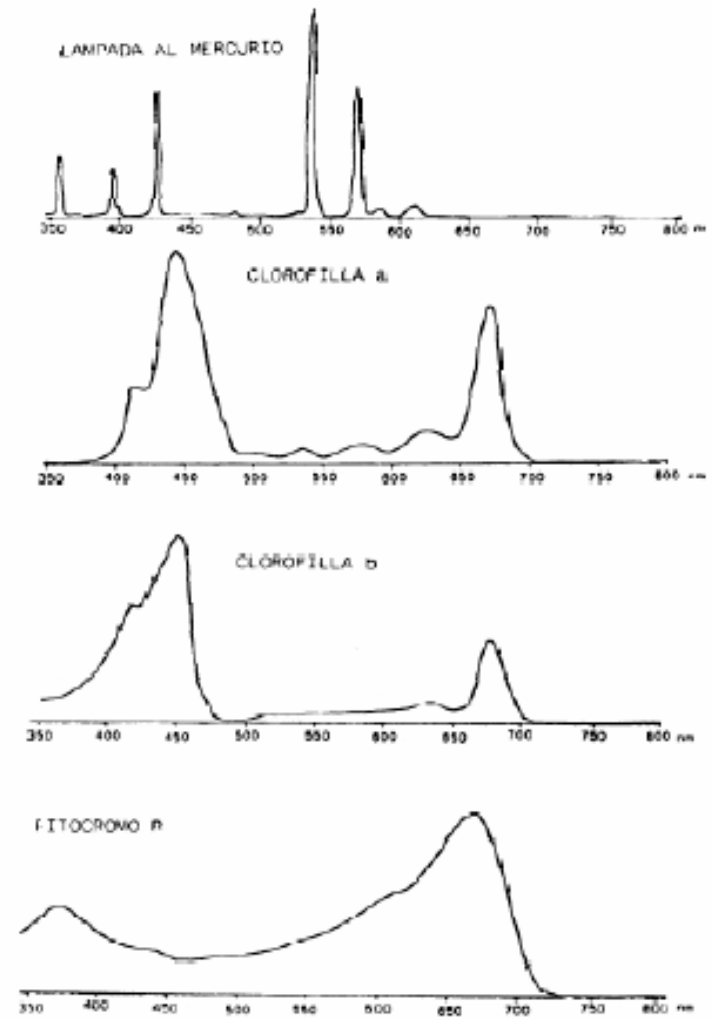
EFFETTI SULLE PIANTE

Studi effettuati su diversi tipi di organismi vegetali, hanno mostrato alterazioni del meccanismo della fotosintesi clorofilliana dovute alla mancata alternanza fra periodi di luce e buio.



Il grafico illustra i risultati a cui siamo giunti dopo un anno di misurazioni dell'efficenza fotosintetica (dal settembre '94 al settembre '95); come si può vedere le foglie di magnolia che non sono illuminate (linea rossa e azzurra) hanno un'efficienza fotosintetica nettamente superiore rispetto a quelle (linea blu tratteggiata) che sono colpite dalla luce artificiale.
Gli esperimenti sono stati ripetuti con cadenza settimanale e tutti alla stessa ora (le 9,30 del mattino).

questi grafici mettono a confronto lo spettro di emissione delle lampade al mercurio con gli spettri di assorbimento dei pigmenti fotosintetici. Questo è stato fatto per mettere in evidenza quali fossero i pigmenti maggiormente sensibili alle emissioni di questo tipo di lampada.



(Dati: Andrea Roman

Orto Botanico di Padova)

EFFETTI SUGLI ANIMALI

- Deviazioni dei voli migratori di alcune specie di uccelli, che si orientano con le posizioni delle stelle, divenute invisibili a causa dell'eccessiva luce dispersa in cielo;
- Mutamento delle abitudini di vita di alcune specie di animali domestici e selvatici, a causa della rottura dell'equilibrio naturale notte – giorno (uccelli e galli che cantano in piena notte);
- Mancata deposizione delle uova da parte di alcune specie di tartarughe marine, che necessitano di spiagge totalmente buie.

EFFETTI SULL'UOMO

Alterazione dei ritmi circadiani (alternanza notte – giorno) dovuta all'eccessiva illuminazione esterna, con conseguente aumento di stress nervoso, causato da disturbi del sonno, irritabilità, diminuite capacità di concentrazione.

Recenti studi dimostrano correlazioni certe fra esposizione alla luce artificiale e l'insorgenza di alcune forme maligne di tumori.

SMALTIMENTO LAMPADE

Le lampade a vapori di mercurio costituiscono un potenziale rischio per l'Ambiente.

Infatti, secondo quanto stabilito dal D. Lgs. 22/97, tali lampade devono essere considerate come rifiuti tossici; e, pertanto, smaltite nelle apposite discariche controllate.

Questo fa sì che il corretto smaltimento delle lampade a Hg risulti più problematico e costoso, rispetto a quello delle lampade a Na.

Per questo motivo, l'Unione Europea ha proibito la fabbricazione e l'importazione delle lampade a vapori di mercurio su tutto il territorio Comunitario a partire dal 1° luglio 2006.

Problemi analoghi si riscontrano con i corpi illuminanti a LED, la cui raccolta differenziata e smaltimento risultano assimilabili a quelli relativi alle apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE).

OPPORTUNITÀ PROFESSIONALI PER I FISICI

1. Rilevazione e monitoraggio dell'I.L.;
2. Analisi e sviluppo della modellistica analitica e previsionale della propagazione dell'I.L.;
3. Elaborazione di immagini satellitari dell'I.L.;
4. Studi di fattibilità e di consulenza sugli impianti di illuminazione esterna;
5. Analisi energetiche (Energy Management);

OPPORTUNITÀ PROFESSIONALI PER I FISICI

6. Formazione e aggiornamento professionale;
7. Supporto all'Educazione Ambientale nella Scuola;
8. Consulenza agli Enti pubblici e alle Aziende;
9. Studi di Fisica Medica sulla cancerogenicità della radiazione ottica artificiale ad alta frequenza (LED);
10. Collaborazioni con le ARPA.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE