

*Relazione introduttiva al Convegno*  
*Luciano Di Fraia, Conference Chairman*

Ladies and Gentleman, good morning and welcome;  
signore e signori, buon giorno e benvenuti

Prima di dare inizio ai lavori di questo Convegno-dibattito, desidero esprimere un caloroso ringraziamento a tutti coloro che a vario titolo hanno contribuito a realizzare l'evento odierno, e cioè:

- ai componenti del Comitato Scientifico tra i nomi più prestigiosi nei loro settori di specifica competenza, che hanno valutato le proposte di interventi pervenute:  
prof. ing. Donato Carlea, Provveditore alle Opere Pubbliche Regione Campania e Molise  
prof. ing. Andrea Del Pizzo, Presidente del Corso di Laurea Ingegneria Elettrica Università Federico II  
prof. Liisa Halonen, University of Technology, Helsinki  
dott. Steve Jenkins, Australia  
prof. Florin Pop, Technical University of Cluji-Napoca, Romania  
prof. Mark Rea, direttore Rensselaer Polytechnic Institute, NY, USA  
prof. Janos Schanda, Università di Pannonia, Ungheria  
prof. Julian Warren, Università di Sidney, Australia
- ai relatori stranieri ed italiani, che nonostante i tempi di crisi, hanno risposto al mio invito di presentare proposte di interventi
- ai componenti del Comitato Organizzativo: ing. Angelo Majorano, coordinatore, ing. Fabio De Vita e sig.ra Angela Genovese
- al mio assistente ing. Matteo Laura, per il complesso lavoro al computer di segreteria scientifica
- ai miei studenti: Giovanni Angrisani, Oreste Beneduce, Rocco D'Alessandro, Ciro Esposito, Gerardo Palomba e Alfredo Santamaria, per la loro collaborazione nel "dirigere il traffico" di questa mattina
- infine, e soprattutto, a tutti voi partecipanti, molti provenienti da fuori della regione Campania, per i quali il convegno è stato organizzato nell'intento di dare informazioni chiare sulla complessa e controversa questione della convenienza attuale di applicare i LED all'illuminazione generale.

Debbo confessare un errore: quello di aver sottostimato l'interesse che questo Convegno avrebbe suscitato. Infatti, abbiamo ricevuto circa 500 richieste di partecipazione contro una disponibilità di 150 posti nell'Aula Magna, che poi abbiamo aumentato a 240 utilizzando la sala "A" di appoggio al piano terra che ci è stata concessa in extremis. Di qui il mio rammarico di non aver potuto accettare tutte quante le richieste. Tuttavia, sul sito saranno pubblicati gli atti e, forse, la registrazione in audio e video dell'evento. Inoltre, a beneficio degli esclusi e di quanti lo desiderino, penso di organizzare un incontro di sintesi delle risultanze di questo convegno e di ulteriore approfondimento di alcuni aspetti trattati, da tenersi probabilmente a giugno o in autunno di quest'anno.

L'argomento dei LED sta suscitando un'attenzione sempre maggiore nel mondo, anche da parte di enti pubblici, come la Regione Lombardia, che con la sua recente delibera del 13 gennaio 2009 incentiva il ricorso a queste tecnologie; e come le Città di New York e Los Angeles, che stanno valutando la fattibilità di convertire i loro impianti di pubblica illuminazione in impianti a LED.

Lo scopo principale del Convegno è tuttavia fare un punto realistico della situazione riguardo alla fattibilità qualitativa energetica ed economica dell'illuminazione a LED, ovvero tentare di rispondere alla domanda: **to LED or not to LED?**

A tal fine, i relatori che seguiranno approfondiranno alcuni aspetti importanti connessi alla tecnologia a LED, e ne metteranno in evidenza vantaggi, limiti attuali, differenze rispetto alle tecnologie tradizionali più efficienti e altri aspetti ancora.

Tra le problematiche che verranno approfondite vi sono:

-> Quelle di "mercato", la cui scarsa conoscenza può dar luogo a risultati sul campo drasticamente inferiori alle aspettative. Parlo di quelle relative all'affidabilità e alla credibilità di certe affermazioni di costruttori di apparecchi di illuminazione a LED. Spesso, infatti, vengono dichiarate prestazioni superiori, talvolta assurdamente superiori (**nota 1**), a quelle di apparecchi tradizionali equipaggiati con sorgenti ad alta efficienza, quali lampade a vapori di sodio e a vapori di alogenuri ad alta pressione, ma tali affermazioni o non sono supportate da alcuna documentazione o qualche documentazione c'è ma non è comunque utile a verificare la veridicità delle stesse. Ancora, si afferma la superiorità di un impianto ammodernato con LED rispetto a quello preesistente, ma non si forniscono dati utili a verificare tali affermazioni, senza considerare che l'impianto preesistente poteva essere un pessimo impianto.

Vi è anche il caso di un noto costruttore che, per dimostrare la superiorità dei propri prodotti a LED rispetto a quelli tradizionali preesistenti, fa riferimento alla visione scotopica oltre che a quella fotopica (**nota 2**). Riguardo a questo caso, vale la pena di notare che:

- la risposta dell'occhio umano a condizioni di illuminazione scotopiche non è stata ancora standardizzata (studi sono ancora in corso);
- nell'esempio della nota 2, le condizioni di illuminazione indicate non sono scotopiche ma mesopiche; anche le risposte mesopiche dell'occhio sono ancora da definire;
- le caratteristiche energetiche e fotometriche (fotopiche) della lampada a vapori di sodio indicata nella foto non sono corrispondenti a quelle reali di lampade dello stesso tipo di buona qualità (potenza del sistema uguale a 275W anziché 300 W e flusso luminoso emesso pari ad oltre 25000 lm invece che 19000 lm);
- le caratteristiche energetiche e fotometriche dei LED utilizzati sono diverse da quelle indicate nella tabella dei dati sul sito del costruttore.
- neanche il costruttore in questione fornisce dati utili ad effettuare una agevole verifica delle affermazioni fatte.

Questa questione sarà oggetto di una nota più dettagliata che pubblicherò a breve, anche sul sito [www.led-lighting.it](http://www.led-lighting.it).

-> Spesso i dati fotometrici, i cosiddetti IES o Eulumdat files, necessari per fare i suddetti calcoli di verifica mediante software, non sono pubblicati. Se richiesti, o i produttori non rispondono o dalle loro risposte si capisce che non li hanno o addirittura che non sanno di cosa si tratti (**nota 3**).

-> Quel che è peggio, vi è qualche costruttore che fornisce dati, ma, ad una attenta osservazione, essi si rivelano "taroccati" (**nota 4**).

Allora, esistono costruttori seri sul mercato di apparecchi di illuminazione a LED, vale a dire costruttori che documentano adeguatamente prodotti ed affermazioni?

La risposta è sì ma attualmente non sono molti, comunque per fortuna destinati ad aumentare. Solo i prodotti di questi ultimi dovrebbero essere considerati, ma individuarli nella ormai gran massa, crescente

in modo esponenziale, di prodotti presenti sul mercato non è cosa semplice per i non specialisti. E comunque, una volta individuati, prima di sceglierli, le loro prestazioni andrebbero confrontate con quelle di prodotti tradizionali di costruttori altrettanto qualificati. Solo così si può pervenire a soluzioni progettuali accettabili e, una volta realizzate, rispondenti alle aspettative.

- quelle relative alle differenze sostanziali fra LED e sorgenti luminose tradizionali:  
come l'elevata sensibilità dei LED alla temperatura alla quale lavorano (temperatura di giunzione). Infatti, come verrà illustrato in dettaglio da alcuni relatori, le loro prestazioni energetiche, di durata, etc.. diminuiscono sensibilmente all'aumentare della temperatura di lavoro, la quale dipende fortemente anche dalla temperatura ambiente, il che non accade nel caso delle lampade tradizionali ad elevata efficienza quali quelle a scarica in gas ad alta pressione tipicamente utilizzate nell'illuminazione pubblica. Un problema che ne segue è che la temperatura di lavoro dei LED all'interno degli apparecchi di illuminazione è generalmente superiore a quella di riferimento di laboratorio a cui le loro prestazioni sono rilevate. Di qui gli sforzi da parte dei costruttori di realizzare dispositivi sempre più perfezionati per lo smaltimento del calore che si genera durante il funzionamento, calore che è pari a circa il 90% della potenza elettrica consumata, essendo all'incirca solo il 10% quella trasformata in luce.

Un'altra differenza importante è il fatto che i LED funzionano in corrente continua e richiedono bassi valori della tensione di alimentazione. Ciò comporta da un lato l'utilizzo di apparecchiature ausiliarie per la trasformazione della corrente alternata in corrente continua e per pilotare i LED a corrente costante (driver), con conseguenti perdite di potenza delle quali va tenuto conto in sede di valutazioni energetiche. Dall'altro, la corrente continua a bassa tensione consente l'importante vantaggio, in impianti ben progettati, di operare in condizioni di sicurezza senza l'ausilio delle apparecchiature e dei dispositivi che invece sono normalmente richiesti per impianti funzionanti alla tensione di rete.

- quelle relative alle prestazioni colorimetriche, importanti nelle applicazioni in cui i requisiti colorimetrici e la loro costanza nel tempo sono stringenti (illuminazione luoghi di lavoro e di studio, ospedali, musei, etc..).

Solo LED? L'avvento dei LED non deve offuscare altre interessanti tecnologie di illuminazione, già esistenti o che si stanno per affacciare sul mercato, in grado secondo i loro costruttori di competere con i LED. Tra queste:

- lampade fluorescenti a lunga durata, già da tempo presenti sul mercato con caratteristiche quali: durata 50.000 ore, efficienza luminosa 95 lm/W, Ra85, etc..
- lampade ad induzione (100.000 ore, 70 lm/W),
- lampade al plasma (73 lm/W)
- lampade elettroniche (ESL) di prossima uscita sul mercato con interessanti caratteristiche annunciate, quali 80 lm/W, Ra=93, Tc 2800 K, regime istantaneo, regolabilità 100 - 0 %, senza mercurio.


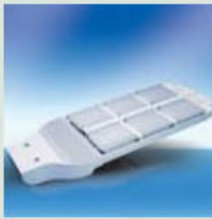
Illuminazione a LED ed architettura. Alcuni relatori illustreranno loro esperienze ed opinioni in materia. Prestiamo attenzione.

Altri relatori tratteranno di vari aspetti connessi all'utilizzo di LED e di tecnologie emergenti come quelle dei LED organici (OLED).

Per quanto mi riguarda, allo scopo di tentare di rispondere alla domanda "to LED or not to LED?", mostrerò i risultati di estese simulazioni che abbiamo effettuato al fine di confrontare le prestazioni offerte da prodotti a LED e quelle da prodotti tradizionali ad elevata efficienza.

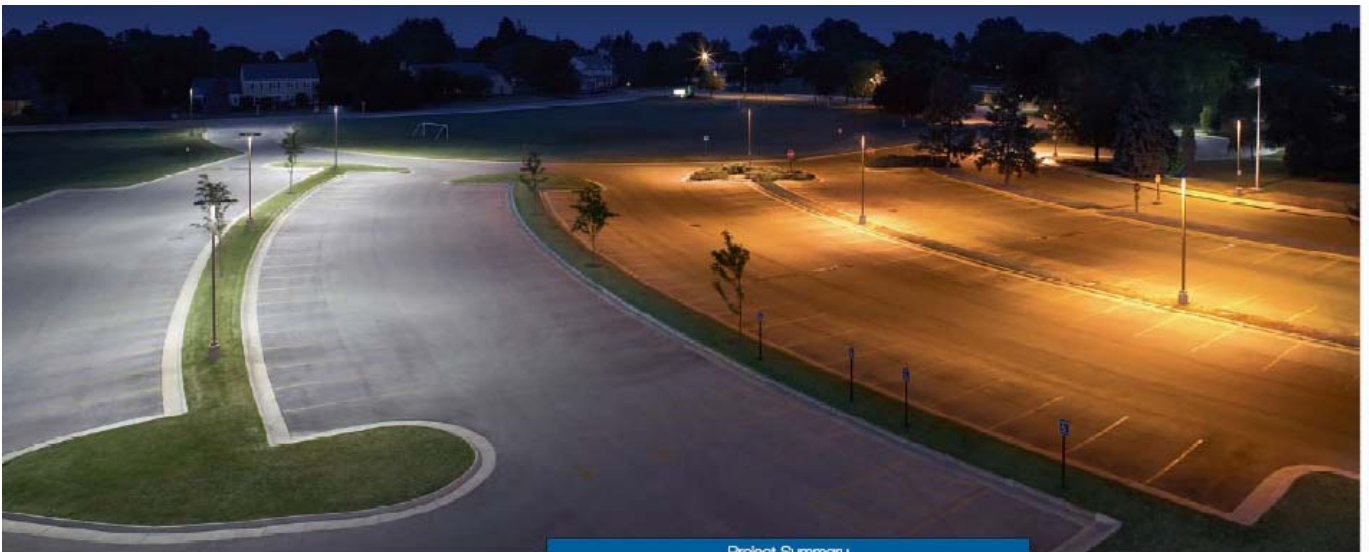
Buon lavoro a tutti.

## Nota n.1

	Model	<a href="#">LED Street Light, LED Street Lighting, LED Street Lamp - LU2</a>
	Power Consumption	56W(For LED consumption only, the system with power supply is about 75W)
	Working Voltage	85-264VAC, 12 or 24VAC/DC
	Luminous Flux	<u>4,200lm (can replace the 150w or 250W HPS Lamp)</u>
	Certifications	CE, RoHS (UL Pending)
	Special Features	Integrated LED Street Light with Heater and Lamp Fixture all-in-one, IP65.
	Model	<a href="#">LED Street Light, LED Street Lighting, LED Street Lamp - LU6</a>
	Power Consumption	168W(For LED consumption only, the system with power supply is about 225W)
	Working Voltage	85-264VAC, 12 or 24VAC/DC
	Luminous Flux	<u>12,800lm (can replace the 400w HPS Lamp)</u>
	Certifications	CE, RoHS (UL Pending)
	Special Features	Integrated LED Street Light with Heater and Lamp Fixture all-in-one, IP65.

Sottolineate in rosso le affermazioni palesemente assurde del costruttore. Infatti, una lampada HPS da 250 W di buona qualità emette un flusso luminoso superiore a 30.000 lumen e quella da 400W superiore a 48.000 lm.

## Nota n. 2



THE [redacted] uses **53% less energy**, has better uniformity and more perceived light output than HPS.

Project Summary		
LED	ITEM	HPS
14.1W	Total Systems Wattage*	300W
53%	Energy Savings	-
Twin Type V 8040	Optics	Twin Type IV
	Avg. Delivered Lumens (photopic)*	19000
1.01	Average Footcandles (photopic)	1.96
17206	Avg. Delivered Lumens (scotopic)*	11780
2.16	Average Footcandles (scotopic)	1.22
8:1	Max/Min ratio	27.76:1
3.37:1	Avg/Min ratio	4.9:1

\* per fixture

Footcandles calculated at main lumen output

The Prairie School – Racine, Wisconsin  
Main Parking Lot - Retrofit Project

### Nota n. 3

**DA: Luciano Di Fraia**

**15/03/2009, 18:27**

**A: Karen-\*\*\*\***

**Oggetto: Re: LED lighting**

Dear Ms Karen,

please send me the photometric files (IES format or Eulum dat format) of your LED street lamps and their price list, for possible applications in Italy.

Thank you

Prof. L. Di Fraia

**Da: Karen-\*\*\***

**15/03/2009, 18.38**

**A: L. Di Fraia**

....omissis....

**Da: Luciano Di Fraia**

**17/03/2009, 18:43**

**A: Karen-\*\*\***

**Oggetto: Re: Price to Prof. L. Di Fraia**

Dear Karen,

I asked you also the photometric files (IES format), but I have not yet received it. Without them I cannot perform the lighting calculations.

Regards

Prof. Di Fraia

**DA: Karen-\*\*\***

**18/03/2009**

**A: L. Di Fraia**

**Oggetto: Re: Price to Prof. L. Di Fraia:**

Dear Prof. Di Fraia

Please let us know **what is IES format? Is it excel format?**

Sincerely yours,

Karen

...omissis...

**Da: Luciano Di Fraia**

**18/03/2009, 17:06**

**A: Karen-\*\*\***

**Oggetto: Re: Price to Prof. L. Di Fraia**

Dear Karen,

the IES format file is a standardized format for the photometric data of a luminaire that all the luminaire manufacturers should have. Every good designer needs it to run the lighting calculations by a software.

...omissis....

Cordially

Prof. Di Fraia

Da: Karen-\*\*\*  
 19/03/2009  
 A: L. Di Fraia  
 Oggetto: Re: Price to Prof. L. Di Fraia:  
 Attached: \*\*\*.jpg, \*\*\*.pdf

Dear Prof. Di Fraia  
 Thanks for your reply. **Is it like the attached file?**  
 Sincerely yours,  
 Karen  
 ...omissis....

Da: L. Di Fraia  
 22/03/2009, 19.37  
 A: Karen-\*\*\*

**NO.**

**Nota n. 4:**

Un costruttore italiano pubblica sul proprio sito internet dati fotometrici “taroccati” per tutti i suoi prodotti a LED, aumentandone artificiosamente le prestazioni finanche di quattro volte. Ad esempio, le tabelle seguenti, prese dal sito internet del costruttore, mostrano le intensità luminose di un apparecchio di illuminazione stradale a LED. La prima (a) è stata rilevata da un noto laboratorio esterno che ne certifica le intensità luminose. In essa, si legge che l’apparecchio ha un rendimento (ottico) pari al 79,24 %. Sullo stesso sito è anche pubblicata, sempre per lo stesso apparecchio, la tabella (b) (file eulumdat) alla quale corrisponde un rendimento (ottico) del 100%, come peraltro si legge sul diagramma polare (c) associato alla tabella stessa.

In altre parole, il costruttore, dopo aver fatto “fotometrizzare” il proprio prodotto dal laboratorio esterno, ha “taroccato” il file Eulumdat in modo da aumentare artificiosamente il rendimento ottico dal 79,24% al 100%. Ciò comporta che un impianto dimensionato sulla base di tali dati produrrà un livello di illuminazione **effettivo** inferiore di oltre il 20% a quello calcolato dal povero progettista in sede di progetto.

(a)

Apparecchio	Rendimento												
Codice APP. STR. [REDACTED]	79,24%												
Nome APPARECCHIO STRADALE [REDACTED]													
Archivio [REDACTED]													
Rilevo	Sistema Coordinate												
Codice CL2 [REDACTED] I1-BF	C-G												
Nome APPARECCHIO STRADALE [REDACTED]													
Data 19-05-2008													
Lampada	Flusso Totale												
Codice [REDACTED] SCHEDA [REDACTED]	5400.00 lm												
Numero 1													
Posizione													
<b>Tabella Intensità Luminose - cd/klm</b>													<b>Tabella 1/4</b>
	C 0.00	C 15.00	C 30.00	C 45.00	C 60.00	C 75.00	C 90.00	C 105.00	C 120.00	C 135.00	C 150.00	C 165.00	C 180.00
G 0.0	435.51	435.51	435.51	435.51	435.51	435.51	435.51	435.51	435.51	435.51	435.51	435.51	435.51
G 1.0	434.22	434.57	434.57	434.38	434.46	434.73	434.98	435.12	435.29	435.46	435.53	435.67	435.81
G 2.0	432.79	432.95	432.98	432.92	433.23	433.58	433.82	434.17	434.60	435.02	435.21	435.54	435.81
G 3.0	430.88	431.16	431.25	431.07	431.24	431.88	432.55	432.87	433.29	434.06	434.46	435.03	435.45
G 4.0	429.03	429.05	429.00	428.97	429.33	430.09	430.91	431.43	431.96	433.00	433.60	434.30	434.81
G 5.0	426.60	426.05	426.61	426.48	427.02	427.94	428.97	429.60	430.29	431.66	432.47	433.18	433.82
G 6.0	423.95	423.89	423.92	423.76	424.10	425.28	426.69	427.47	428.40	430.02	430.98	431.92	432.58
G 7.0	421.32	421.44	421.37	421.01	421.50	422.81	424.29	425.15	426.20	427.86	428.88	430.13	430.96
G 8.0	418.10	418.31	418.38	418.10	418.55	419.87	421.49	422.63	423.71	425.34	426.59	427.97	428.89
G 9.0	415.30	415.51	415.66	415.34	415.44	416.86	418.84	419.97	420.75	422.14	423.87	425.71	426.69
G 10.0	412.39	412.40	412.41	412.36	412.77	414.07	415.84	416.97	417.75	419.10	421.01	423.26	424.22
G 11.0	409.40	409.27	409.29	408.82	409.31	411.12	413.25	414.49	415.06	416.21	418.19	420.48	421.39
G 12.0	405.78	405.16	404.35	404.72	406.03	407.71	409.98	411.42	412.18	413.23	415.08	417.63	418.64
G 13.0	402.10	401.43	400.77	401.25	402.61	404.50	406.59	407.94	408.95	410.14	412.05	414.55	415.71
G 14.0	398.40	397.44	396.63	397.24	398.99	400.90	403.20	404.74	405.62	406.78	408.86	411.45	412.67
G 15.0	394.18	393.40	392.30	392.93	394.73	396.92	399.40	401.05	402.17	403.35	405.47	408.04	408.95
G 16.0	389.49	388.43	387.44	388.50	390.36	392.46	395.12	397.00	398.01	399.40	401.83	404.31	405.08
G 17.0	384.82	383.52	382.60	383.31	385.27	388.02	390.86	392.65	393.85	395.44	397.91	400.46	401.45
G 18.0	379.89	378.48	377.61	378.35	380.47	383.48	386.21	387.94	389.23	390.85	393.41	396.09	397.10
G 19.0	374.55	372.88	371.91	372.73	375.09	378.21	381.04	382.75	384.24	386.18	388.75	391.36	392.34
G 20.0	369.18	367.73	366.84	367.53	369.62	372.61	375.70	377.88	379.55	381.53	384.05	386.84	387.67

(b)

Operator  
Telephone  
Fax  
e-Mail

/ Luminous intensity table

Luminaire: [redacted]  
Lamps: [redacted]

Gamma	C 0°	C 5°	C 10°	C 15°	C 20°	C 25°	C 30°	C 35°	C 40°	C 45°
0.0°	550	550	550	550	550	550	550	550	550	550
1.0°	548	548	548	548	548	548	548	548	548	548
2.0°	546	546	546	546	546	546	546	546	546	546
3.0°	544	544	544	544	544	544	544	544	544	544
4.0°	541	541	541	541	541	541	541	541	541	541
5.0°	538	538	538	538	538	538	538	538	538	538
6.0°	535	535	535	535	535	535	535	535	535	535
7.0°	532	532	532	532	532	532	532	532	531	531
8.0°	528	528	528	528	528	528	528	528	528	528
9.0°	524	524	524	524	524	525	525	524	524	524
10.0°	520	520	520	520	520	520	520	520	520	520
11.0°	517	517	517	517	517	517	517	516	516	516
12.0°	512	512	512	511	511	511	510	510	511	511
13.0°	507	507	507	507	506	506	506	506	506	506
14.0°	503	502	502	502	501	501	501	501	501	501
15.0°	497	497	497	496	496	496	495	495	496	496
16.0°	492	491	491	490	490	489	489	489	490	490
17.0°	486	485	485	484	484	483	483	483	483	484
18.0°	479	479	478	478	477	477	477	477	477	478
19.0°	473	472	471	471	470	470	469	470	470	470

Values in cd/klm

(c)

Luminaire: [redacted]  
Lamps: [redacted]

