



REGIONE AUTONOMA  
FRIULI VENEZIA GIULIA



# Gli acquisti verdi in Friuli Venezia Giulia

iniziative realizzate e nuove prospettive

**focus sul progetto GPP - STREAM:**  
confronto con gli stakeholders regionali



**GPP-STREAM**  
Interreg Europe



T r i e s t e , m a r t e d ì 2 6 m a r z o 2 0 1 9



# Illuminazione pubblica: nuove tecnologie e criteri di sostenibilità

Andrea Roscetti



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI ENERGIA



**PremiumLight-Pro** è un progetto europeo Horizon 2020 che supporta l'implementazione di **sistemi di illuminazione a LED ad elevata efficienza energetica nel settore dei servizi pubblici e privati**, tramite lo sviluppo di strumenti di policy progettati in cooperazione con gli operatori del mercato.





## Impatti dell'illuminazione - terziario e stradale

PremiumLight-Pro e le politiche a livello EU:

- **1,7 miliardi** di fonti luminose vendute nel 2016, **22%** LED
- **11,4 miliardi** di fonti installate, **6,5%** LED
- 336 TWh/a, 132 MToE CO<sub>2</sub>,  $\approx$  **3%** del totale
- Limitato supporto da Ecodesign attuale, poco ambizioso in termini di efficienza e qualità
- Illuminazione come sistema non sufficientemente considerato nella valutazione a livello di edificio (efficienza energetica degli edifici, **nuova EPBD**)







## PremiumLight-Pro: obiettivi

> 1'200 esperti a livello EU che partecipano alla formazione (tecnici, amministrativi, professionisti)

Meeting individuali e workshop

- utilizzo dei criteri e linee guida nella pubblica amministrazione
- utilizzo dei criteri e linee guida nel settore privato
- utilizzo dei criteri a supporto del miglioramento di certificati bianchi, schemi per incentivi e contratti EPC
- Utilizzo dei criteri per definizione dei limiti nella valutazione della prestazione energetica degli edifici



# PremiumLight-Pro: strumenti disponibili

Piattaforma informativa

[www.premiumlight.it](http://www.premiumlight.it)

- Criteri per gli acquisti (procurement)
- Linee guida per l'illuminazione d'interni e da esterni
- Raccolta di Buone Pratiche
- Sviluppo di specifici strumenti di pianificazione e di un database di prodotti efficienti
- Tool di calcolo per costo nel ciclo di vita

Disponibile anche il materiale per corsi di formazione con struttura modulare, rivolto a architetti, installatori, consulenti, ecc.



**Illuminazione d'interni a LED  
nel settore dei servizi pubblici e privati**

Linee Guida



**PREMIUM  
LIGHT PRO**





## **PremiumLight-Pro: informazione e formazione**

- Momenti di formazione (per tecnici, amministrativi, professionisti)
- Meeting individuali e workshop, finalità:
  - utilizzo di criteri, linee guida e strumenti nella pubblica amministrazione
  - utilizzo di criteri, linee guida e strumenti nel settore privato
  - utilizzo dei criteri a supporto del miglioramento di certificati bianchi, schemi per incentivi e contratti EPC



## PremiumLight-Pro: policy e incentivi

PremiumLight-Pro supporta in modo continuo lo sviluppo della legislazione e degli schemi di supporto

- a livello europeo:
  - Ecodesign,
  - Etichettatura,
  - Direttiva efficienza energetica degli edifici;
- a livello nazionale/regionale/locale, con:
  - strumenti di supporto all'implementazione dell'EPBD 2018,
  - schemi per incentivi,
  - ridefinizione dei certificati bianchi,
  - modelli contrattuali
  - criteri ambientali
  - ...



## Azioni: training e workshop

- Organizzato in moduli
- Seminari o corsi, tradizionale e/o online, workshop

Rivolto a:

- Consulenti e progettisti (architetti, ingegneri)
- Tecnici e amministratori comunali
- Tecnici e amministratori del settore privato
- Installatori e fabbricanti



## Sistemi di illuminazione - complessità

- Nuove tecnologie (non solo apparecchi)
- Acquisto prodotti o servizi
- Vincoli e opportunità:
  - Leggi e decreti, a livello nazionale, regionale, locale,
  - Efficienza e qualità dei prodotti in crescita continua,
  - Tecnologie di controllo e gestione,
  - Integrazione con altri servizi e sistemi
  - Incidenza su efficienza complessiva (edifici, nZEB)
  - Qualità, sicurezza?
  - Nuove norme EU, usare indicatori per riferimento, replicare!



## Criteri Premiumlight Pro per illuminazione stradale

**Elementi generali** e caratteristiche riguardanti le specifiche dei sistemi per l'illuminazione stradale: caratteristiche del controllo, misura, ecc.

**Criteri di selezione:** specificano i requisiti generali per la selezione degli offerenti

**Criteri tecnici:** riguardanti la qualità, l'efficienza e la sicurezza del sistema di illuminazione, considerando sia requisiti obbligatori sia criteri premiali – valutati con un idoneo sistema di punteggio

**Elementi contrattuali:** requisiti riguardanti l'installazione e la calibrazione del sistema.





# Criteri Premiumlight Pro: indicatori

## Criteri energetici

	Criterio	Requisito	Requisito obbligatorio	Criterio premiale	Commento
C.1	Power Density Indicator (PDI) e Annual Energy Consumption Indicator (AECI)	<p>Power Density Indicator (PDI):</p> $D_p = \frac{P}{\sum_{i=1}^n (\bar{E}_i \times A_i)}$ <p>Annual Energy Consumption Indicator (AECI):</p> $D_E = \frac{\sum_{j=1}^m (P_j \times t_j)}{A}$ <p>D<sub>p</sub> (PDI): Power density indicator  D<sub>E</sub> (AECI): Annual Energy Consumption Indicator  P: Potenza(W)  <math>\bar{E}_i</math>: illuminamento medio orizzontale mantenuto (lx)  A: area illuminata (m²)</p>	(✓)	✓	<p>PDI e AECI derivano dallo standard EN 13201-5:2016 e dalla EU GPP draft for road lighting.  PDI e AECI possono essere utilizzati come criteri premiali che devono essere calcolati in maniera trasparente dall'offerente e devono essere verificati con misurazioni su uno specifico segmento di strada. I committenti che desiderano calcolare valori di riferimento minimi approssimativi per la valutazione delle offerte, possono utilizzare formule semplificate come quelle proposte da EU GPP (Draft 2017).</p> <p><math>PDI &lt; M / (\eta \times F_m \times 0,07 \times RW)</math>  <math>AECI &lt; M \times PDI \times F_{dim} \times E_m \times T \times 1 \text{ kW/1000 W}</math></p> <p>F<sub>m</sub>: Fattore di manutenzione del sistema di illuminazione  RW: Larghezza della strada  F<sub>dim</sub>: Fattore di dimming  E<sub>m</sub>: Illuminamento  T: Tempo (h)  <math>\eta</math>: Efficacia della lampada  M: Fattore di correzione:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• M = 1,3 per sistemi di illuminazione esistenti senza modifica della posizione di pali e punti di illuminazione</li> <li>• M = 1,2 per nuovi sistemi</li> </ul>

Parametri introdotti da EN 13201:2016







# Criteri Premiumlight Pro: prodotti

C.2	Efficienza energetica dell'apparecchio di illuminazione	<p>Efficacia minima (2017–2018):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Per temperature di colore <math>\geq 4000</math> K: <math>\geq 120</math> lm/W</li> <li>Per temperature di colore 2700 K - 3000 K: <math>\geq 105</math> lm/W</li> <li>Per temperature di colore <math>\leq 2000</math> K: <math>\geq 80</math> lm/W</li> </ul>	✓	✓	I valori di riferimento vanno valutati ogni anno. In casi eccezionali, dove sono richieste temperature di colore particolarmente basse, $> 75$ lm/W è un valore accettabile. Dove le richieste ambientali sono particolari, è possibile ad esempio installare sistemi a LED con temperatura di colore uguale o inferiore ai 2000 K.
C.3	Efficienza energetica dei moduli LED	Efficacia minima: 160 lm/W	✓	✓	I valori di riferimento vanno valutati ogni anno.

## Criteri per progetti che includono solo sostituzione di componenti

C.24	Vita utile dell'apparecchio	$L_{80}B_{10} \geq 100.000$ ore	✓	✓	
C.25	Vita utile del modulo LED	$L_{80}B_{10} \geq 100.000$ ore	✓	✓	
C.26	Vita utile del driver e tasso di guasto	Tasso di guasto 0,1% per 1000 ore	✓	✓	



## Criteri Premiumlight Pro per illuminazione stradale

Nuove metriche per sistemi di illuminazione stradale

- Indicatore di efficienza energetica  
**PDI - power density indicator** ( $D_P$ )
- Indicatore di consumo annuo  
**AECI - annual energy consumption indicator** ( $D_E$ )

Da utilizzarsi congiuntamente!

Considerano periodi con differenti livelli di illuminazione (come da EN 13201-1)

Valutazione per ogni tipologia di strada



# Criteri Premiumlight Pro per illuminazione stradale

- Economia circolare
- Design e qualità

Criteri di qualità e design					
	Criterio	Requisito	Requisito obbligatorio	Criterio premiale	Commento
C.20	Garanzia	La garanzia e/o il periodo di funzionamento concordato deve coprire un minimo di dieci anni.	✓	✓	a) Ogni fonte di illuminazione difettosa, alimentatore e/o apparecchi di illuminazione deve essere rimpiazzato senza costi aggiuntivi. Se l'apparecchio fornisce un minor output di lumen di quanto inizialmente specificato esso deve essere considerato difettoso. b) Ogni gruppo di lampade e apparecchi di illuminazione deve essere completamente rimpiazzato in caso il numero di unità difettose nel gruppo sia maggiore del 10%. Condizioni non coperte: c) Apparecchi di illuminazione difettosi a causa di vandalismo, incidenti, fulmini o temporali. d) Lampade e apparecchi di illuminazione che hanno funzionato per un tempo significativo in condizioni anormali (per es., usati con la linea di voltaggio sbagliata) – ciò dovrebbe essere provato dal fabbricante.
C.21	Disponibilità di pezzi di ricambio	I pezzi di ricambio per componenti di un sistema di illuminazione devono essere disponibili per un minimo di 15 anni.	✓	✓	
C.22	Facilità di riparazione e riciclo	La fonte di illuminazione (moduli o lampade LED) e pezzi ausiliari dell'apparecchio di illuminazione dovrebbero essere facilmente accessibili, sostituibili, e la sostituzione si deve poter fare in loco (per es., all'altezza del montante dell'apparecchio).	✓	✓	Criteri di punteggio / livelli da specificare.
C.23	Design	I criteri di design devono essere specificati individualmente e valutati da una giuria.		✓	Valutazione da parte di una giuria.



# Criteri e tool per illuminazione stradale: LCC

Grazie allo strumento per il calcolo dei costi nel ciclo di vita, è possibile:

- verificare la rispondenza dei prodotti con criteri Premiumlight Pro per l'illuminazione stradale
- calcolare gli indicatori della performance energetica, PDI e AECI, come da EN 13201-5
- Il tool è disponibile in formato \*.xls

## Criteri basati sui costi

	Criterio	Requisito	Requisito obbligatorio	Criterio premiale	Commento
C.27	Costo del ciclo di vita/Costo totale di possesso (TCO) (Opzione 1 – preferita)	La previsione del costo del ciclo di vita è obbligatoria per tutti i progetti in cui è applicabile.		✓	L'offerente deve fornire un'analisi trasparente del costo del ciclo di vita, includendo il calcolo TCO. Se le offerte sono basate sui calcoli TCO, il criterio premiale "AECI" deve essere incluso nella valutazione TCO.
C.28	Costi di investimento (Opzione 2 – fall back)	"AECI" e "costi di investimento".		✓	Per progetti dove il costo del ciclo di vita/TCO non può essere valutato.

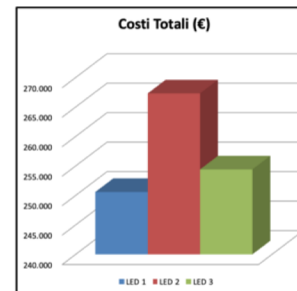
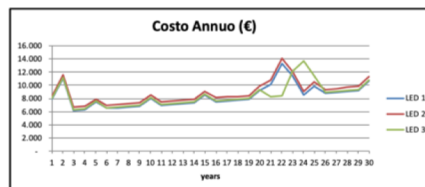
## Risultati e confronto

**PREMIUM  
LIGHT PRO**



Confronto costi

	LED 1	LED 2	LED 3
Totale	€ 250.576	€ 267.298	€ 254.405
Acquisto e installazione	€ 9.803	€ 10.133	€ 9.803
Energia	€ 223.336	€ 239.424	€ 227.121
Manutenzione	€ 17.437	€ 17.742	€ 17.482





# Criteri Ambientali Minimi

Leggi e decreti **ottimo supporto nella scelta:**

- CAM ILLUMINAZIONE PUBBLICA (fornitura e progettazione)
- CAM ILLUMINAZIONE PUBBLICA (servizio)
- CAM ILLUMINAZIONE,  
RISCALDAMENTO/RAFFRESCAMENTO PER  
EDIFICI (*servizio*)
- CAM EDILIZIA (*progettazione*)





## Illuminazione stradale – criteri PremiumlightPro

Criteri integrabili in

- Processo di acquisto
- Regolamenti locali
- Schemi per incentivi
- Futuri CAM
- ...



Si prevede **aggiornamento criteri**  
entro metà 2019



## Proposta aggiornamento – illuminazione stradale

- Tenere i livelli di illuminamento al minimo possibile

- Efficacia

Anno progetto	Efficacia (lm/W)
2018-19	130
2020-21	147
2022-23	165

- Fattore di Potenza  $\geq 0.95$
- Attenzione all'inquinamento luminoso (CCT  $\leq 3000$  zone residenziali,  $\leq 2700$  vicino siti speciali)
- Ridurre, spegnere, programmare!
- Proposta di sistema di etichettatura o almeno informazioni minime (ruolo CAM esemplare)



# Illuminazione indoor – criteri

Massima incidenza su  
comfort e qualità di vita

Vita utile prodotti LED  
molto elevata

La qualità è  
fondamentale, come  
identificarla?

Non vige obbligo etichetta  
energetica





## 1.1 Potenza specifica installata

Tipologia di locale		W/m²				
Arte	Sale teatrali	5,8	Scuole	Classe	9,1	
	Hall	5,8		Sala docenti	6,2	
	Spazi espositivi	5,8		Biblioteca	4,9	
Ospedali	Camere degenza	5,6		Aula magna	8,1	
	Sale di osservazione	10,3		Laboratori	9,1	
	Sale per trattamenti	10,3	Sport	Palestra	9,3	
Hotel	<b>Aggiornamento, rispetto ai valori EN 12464-1-1</b>  <b>20 lux      0.5 W/m²</b> <b>50 lux      1 W/m²</b> <b>100 lux     2 W/m²</b> <b>200 lux     4 W/m²</b> <b>300 lux     6 W/m²</b>  <b>500 lux 10 W/m²</b> <b>1000 lux 20 W/m²</b> <b>1500 lux 30 W/m²</b> <b>2000 lux 40 W/m²</b>				5,3	
					6,0	
Uffici					2,9	
					5,9	
					5,9	
Ristoranti					2,5	
					4,2	
					5,0	
					8,2	
	Cucine del ristorante	15,3		Spogliatoi, docce	4,7	
	Cucina tavola calda	12,1		Parcheggio	1,2	
Commercio	Alimentari	12,3		Locale lavanderia	7,0	
	Negozi	12,3		Locali tecnici	2,3	
	Vendita mobili	9,9		Server room	2,8	





## 1.2 Efficacia delle fonti luminose

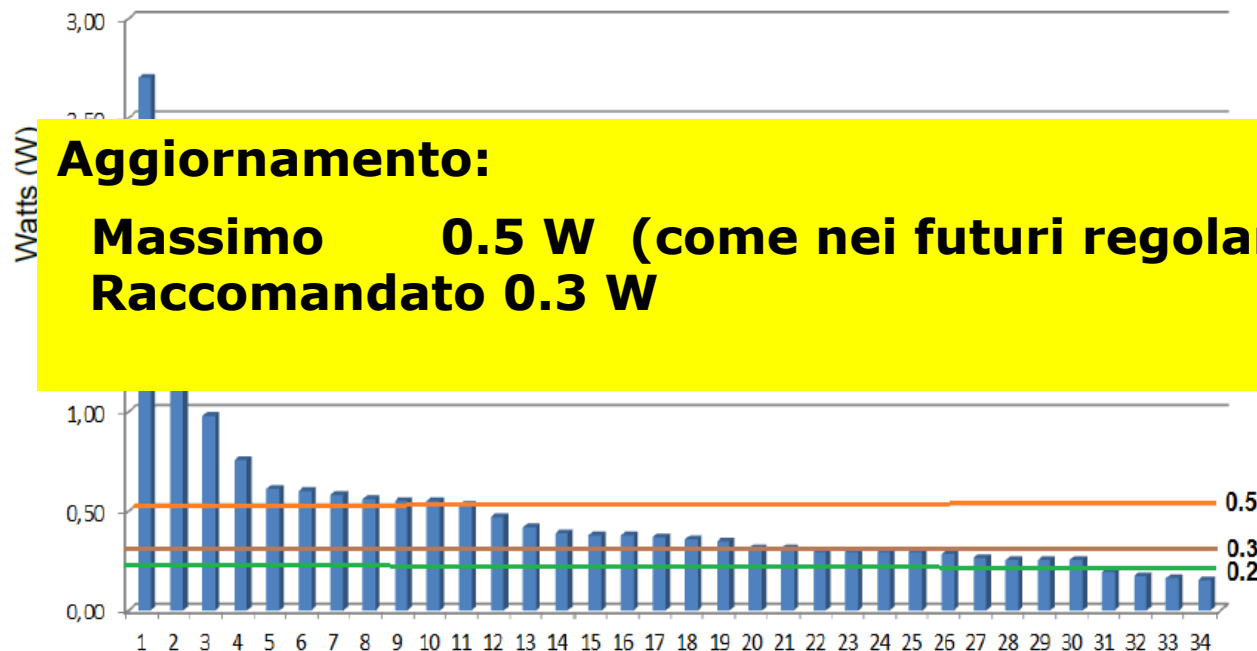
- $\geq 90$   $\Rightarrow \geq 120 \text{ lm/W}$  per sorgenti luminose a LED non direzionali che emettono  $\geq 100 \text{ lm}$ .
- $\geq 85$   $\Rightarrow \geq 100 \text{ lm/W}$  per sorgenti luminose a LED direzionali con emissione  $\geq 100 \text{ lm}$ .
- $\geq 120$   $\Rightarrow \geq 150 \text{ lm/W}$  per sorgenti luminose lineari a LED con lunghezza da 550 mm a 1500 mm.
- $\geq 90$   $\Rightarrow \geq 120 \text{ lm/W}$  per piccoli apparecchi LED integrati (con driver esterno) con emissione tra 100 lm e 2500 lm.
- $\geq 105$   $\Rightarrow \geq 135 \text{ lm/W}$  per apparecchi LED integrati di grandi dimensioni (compreso il driver esterno) che emettono tra 2500 e 50000 lm.





## 1.3 Consumo in standby

- Per i prodotti smart: che cosa è la **potenza in standby (W)**?



Ref: IEA SSL measurements

**PREMIUM**  
**LIGHT PRO**





## 3.1 Sfarfallamento

*Krav jf. IEEE 1789: 2015*

f: Flim **Necessario per l'imminente nuovo regolamento UE:** (%)

90%

- Misurazione dello sfarfallio a breve termine per lo sfarfallio visibile  $PstLM \leq 1,0$
- Misura di visibilità stroboscopica  $SVM < 0.4$

- In caso di utilizzo di dimmer, si raccomanda di richiedere nessuno sfarfallio per i più importanti livelli di riduzione utilizzati, ad esempio 50% e 25%.





# Criteri Premiumlight Pro per illuminazione indoor

Resa di colore	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>CRI ≥ 80 e R9 &gt; 0</b> come criterio minimo generale.</li><li>• <b>CRI ≥ 90 e R9 &gt; 0</b> per lavori che comportano un'alta priorità del compito visivo, come ad esempio le aree cliniche negli ospedali e negli altri tipi di assistenza sanitaria, i musei, i teatri, i lavori con attività di ispezione/controllo/selezione dei colori e alcuni tipi di negozi come ad esempio quelli di abbigliamento.</li></ul>	✓	✓															
Vita utile	<p>I <b>requisiti di PremiumLight-Pro</b> relativi ai valori minimi di vita utile nominale sono riferiti a <math>F_{80}B_{50}</math>, che è un po' più alto del livello 2, e ad un fattore di manutenzione del flusso luminoso della lampada a 6000 ore:</p> <table><tr><th>Lampada/ apparecchio di illuminazione</th><th>Vita utile nominale minima <math>L_{80}B_{50}</math></th><th>Manutenzione del flusso luminoso, 6000 ore</th></tr><tr><td>Lampade a LED direzionali e non direzionali</td><td>20.000</td><td>≥ 93,5% del flusso iniziale</td></tr><tr><td>Tubi lineari a LED</td><td>35.000</td><td>≥ 96,2% del flusso iniziale</td></tr><tr><td>Piccoli apparecchi di illuminazione a LED integrati (&lt; 2500 lm)</td><td>40.000</td><td>≥ 96,7% del flusso iniziale</td></tr><tr><td>Grandi apparecchi di illuminazione a LED integrati (2500 – 50.000 lm)</td><td>50.000</td><td>≥ 97,4% del flusso iniziale</td></tr></table>	Lampada/ apparecchio di illuminazione	Vita utile nominale minima $L_{80}B_{50}$	Manutenzione del flusso luminoso, 6000 ore	Lampade a LED direzionali e non direzionali	20.000	≥ 93,5% del flusso iniziale	Tubi lineari a LED	35.000	≥ 96,2% del flusso iniziale	Piccoli apparecchi di illuminazione a LED integrati (< 2500 lm)	40.000	≥ 96,7% del flusso iniziale	Grandi apparecchi di illuminazione a LED integrati (2500 – 50.000 lm)	50.000	≥ 97,4% del flusso iniziale	✓	✓
Lampada/ apparecchio di illuminazione	Vita utile nominale minima $L_{80}B_{50}$	Manutenzione del flusso luminoso, 6000 ore																
Lampade a LED direzionali e non direzionali	20.000	≥ 93,5% del flusso iniziale																
Tubi lineari a LED	35.000	≥ 96,2% del flusso iniziale																
Piccoli apparecchi di illuminazione a LED integrati (< 2500 lm)	40.000	≥ 96,7% del flusso iniziale																
Grandi apparecchi di illuminazione a LED integrati (2500 – 50.000 lm)	50.000	≥ 97,4% del flusso iniziale																

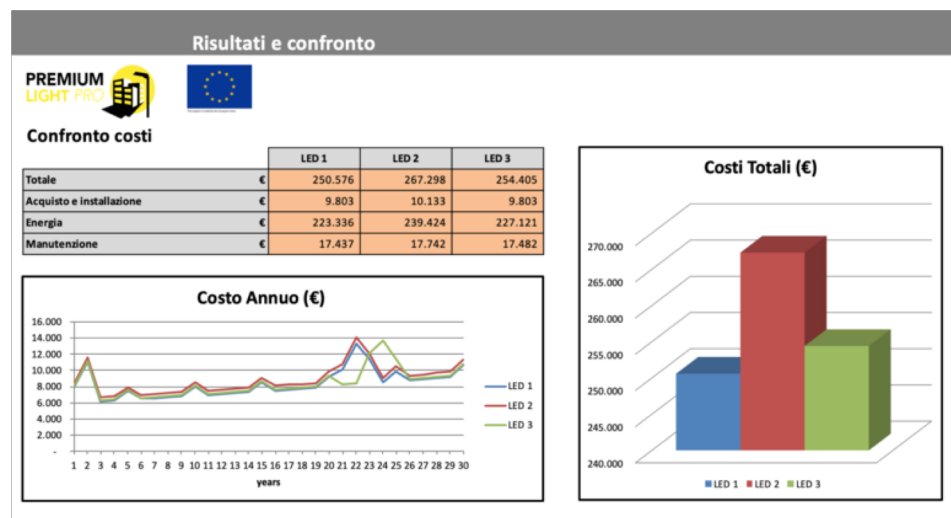
- Qualità
  - Durata nel tempo delle caratteristiche (colore della luce, prestazioni, ..)
  - Max 5% di guasti a 6'000 ore
  - Sfarfallio, abbagliamento, sicurezza fotobiologica
  - Compatibilità con controlli avanzati
- Richiedere test report!



# Criteri e tool per illuminazione indoor: LCC

Grazie allo strumento per il calcolo dei costi nel ciclo di vita, è possibile:

- verificare la rispondenza dei prodotti con criteri Premiumlight Pro per l'illuminazione indoor
- Il tool è disponibile in formato \*.xls





# Criteri e tool : database prodotti

Collaborazione con:

- Toplicht (CH)

I prodotti di elevata  
qualità ci sono,  
basta sceglierli!

### Database apparecchi LED

☒ Criteri Premium Light Pro <sup>★</sup>

Tipologia apparecchio Apparecchi a soffitto	Potenza elettrica misurata tutti	Durata di vita utile tutti
Flusso luminoso tutti	Temperatura di colore tutti	Colour Rendering Index tutti

+ Fabbricante    rimuovere il filtro    **definire il filtro**

prodotti trovati:3

Prodotto	Criterio Premium	Efficacia luminosa	Dettaglio
 Traq led 1x11W - 1450 lm	<input checked="" type="checkbox"/>	131.82 lm/W	<a href="#">dettagli</a>

Prodotti testati in laboratori di terzi



## CAM illuminazione edifici - progettazione

- Luce naturale, FLD  $> 2\%$  ove possibile
- Tutti i tipi di lampada per utilizzi in abitazioni, scuole ed uffici, **efficienza  $\geq 80$  lm/W**
- Resa cromatica  $\geq 90$ ; (per ambienti esterni  $\geq 80$ )
- Prodotti disassemblabili a fine vita
- Controlli con sensori presenza
- BACS (misura e controllo)





# Approccio di buona pratica => successo

1. Considerare l'illuminazione **dall'inizio** del progetto, che sia nuova costruzione o ristrutturazione
2. Convocare attori con **esperienze nel campo LED**
3. Nuova illuminazione: dividere in **locali, attività, compito visivo, ore e età**
4. Retrofit (1): **audit**: tecnologia, potenza, lampade e kWh/annui
5. Retrofit (2): **miglioramento** necessario? Lampade, posizione, flusso, controlli, abbagliamento
6. Usare standard **EN12464-1:2011** (lux, uniformità, abbagliamento, CRI)
7. **Criteri per l'acquisto**, criteri premiali e pesi relativi
8. **Controlli**: manuali/automatici, a tempo, controllo della luce naturale, sensori di occupazione, intelligenza, illuminazione antropocentrica, illuminazione smart, connessa, raccolta dati, comunicazione (LiFi), CLO
9. **Economia** (LCC e circular economy)
10. **Valutazione**

Soddisfare **bisogni, semplicità d'utilizzo** e **facile** manutenzione



## Spunti di discussione

- Distanza tra proposte innovative (illuminazione antropocentrica) e realtà
- Tecnologia in rapida evoluzione (troppo?)
- Potenziale risparmio notevole
- Impianti progettati oggi verranno sostituiti nel 2040
- Con edifici a bassissimo consumo gli usi elettrici pesano molto
- Sufficienza nelle installazioni, è possibile?

## Consorzio di PremiumLight-Pro:



AUSTRIAN ENERGY AGENCY

### Austria

Austrian Energy Agency  
[www.energyagency.at](http://www.energyagency.at)



### Czech Republic

SEVEEn, The Energy Efficiency Center  
[www.svn.cz](http://www.svn.cz)



### Energy piano

### Denmark

Energy piano



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

### Portugal

Institute for Systems and Robotics,  
University of Coimbra



### United Kingdom

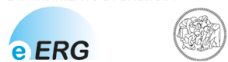
Energy Saving Trust  
[www.energysavingtrust.org.uk](http://www.energysavingtrust.org.uk)



### Germany

co2online gmbH  
[www.co2online.de](http://www.co2online.de)

POLITECNICO MILANO  
DIPARTIMENTO DI ENERGIA



end-use Efficiency Research Group  
Gruppo di ricerca sull'efficienza negli usi finali dell'energia

### Italy

Politecnico Milano  
[www.energia.polimi.it](http://www.energia.polimi.it)



### Spain

Ecoserveis  
[www.ecoserveis.net](http://www.ecoserveis.net)



### Poland

FEWE, Polish Foundation for Energy  
Efficiency, [www.fewe.pl](http://www.fewe.pl)

**PREMIUM**  
**LIGHT PRO**





## Riferimenti

- [www.premiumlight.it](http://www.premiumlight.it) / [www.premiumlightpro.eu](http://www.premiumlightpro.eu)
- <http://www.minambiente.it/pagina/i-criteri-ambientali-minimi>
- Norme EN e UNI
- [http://susproc.jrc.ec.europa.eu/Street lighting and Traffic signs/index.html](http://susproc.jrc.ec.europa.eu/Street_lighting_and_Traffic_signs/index.html)

Ing. Andrea Roscetti, POLITECNICO DI MILANO,  
Dipartimento di Energia, gruppo eERG – end-use  
Efficiency Research Group  
[andrea.roschetti@polimi.it](mailto:andrea.roschetti@polimi.it) | [www.eerg.polimi.it](http://www.eerg.polimi.it)