Energy Med 2005

Efficienza e certificazione energetica del sistema edificio/impianto

L’efficienza energetica nell’illuminazione e nei sistemi elettrici

L. Di Fraia

16 Aprile 2005 - Mostra d'Oltremare - Napoli

Art. 8

"1. Al fine di incentivare la realizzazione di iniziative volte a ridurre il consumo specifico di energia, il miglioramento dell'efficienza energetica …. possono essere concessi contributi in conto capitale nella misura minima del 20% e nella misura massima del 40% della spesa di investimento ammissibile documentata per ciascuno dei seguenti interventi: ….

h) Installazione di sistemi di illuminazione ad alto rendimento anche nelle aree esterne … "

Consumo di energia elettrica per illuminazione:

settore residenziale:
10-15% del totale

settore terziario e commerciale:
40-60% del totale

Disposizioni applicabili agli impianti di illuminazione

Rendimento energetico degli edifici: metodologia di calcolo basato:

- sui tipi di impianto
- sull'impiego di fonti di energia rinnovabili
- caratteristiche architettoniche dell'edificio (daylight)

Nuovi edifici: prescrizioni minime di rendimento energetico

Individuazione di sistemi energetici alternativi soddisfacenti e criteri basati sul rapporto costo/efficacia

Direttiva europea 2002/91

Disposizioni applicabili agli impianti elettrici e di illuminazione

Ristrutturazioni: opportunità per migliorare il rendimento energetico degli impianti energetici (illuminazione, etc)

deve essere possibile recuperare i costi *"supplementari"* connessi alla ristrutturazione energetica in un *"lasso di tempo ragionevole rispetto alla prospettiva tecnica di vita degli investimenti tramite un maggior risparmio energetico"*

Attestato di rendimento energetico:
deve descrivere la reale situazione dell'edificio

↓

necessità di audit energetici

Disposizioni applicabili agli impianti elettrici e di illuminazione

Edifici pubblici:

- devono con metodi e strumentazioni adeguate assoggettarsi alla certificazione energetica a intervalli regolari
- dati sulle prestazioni energetiche: resi pubblici affiggendo gli attestati in luogo visibile

art.2: Rendimento energetico di un edificio: quantità di energia effettivamente consumata

- attestato del rendimento energetico di un edificio: documento in cui figura il valore risultante del calcolo del rendimento energetico
- metodologia di calcolo del rendimento energetico

Disposizioni applicabili agli impianti elettrici e di illuminazione

art.7: Attestato di certificazione energetica

- comprende dati (valori) di riferimento che consentano ai consumatori di confrontare e valutare il rendimento energetico

- l'attestato è corredato di raccomandazioni per il miglioramento del rendimento energetico in termini di costi/benefici

- affissione negli edifici pubblici dell'attestato in luogo chiaramente visibile al pubblico

Disposizioni applicabili agli impianti elettrici e di illuminazione

Allegato

1. Il metodo di calcolo del rendimento energetico deve comprendere almeno i seguenti aspetti:

e) impianto di illuminazione incorporato (principalmente per il settore non residenziale)

2. Il calcolo deve tener conto dei vantaggi insiti nelle seguenti opzioni:

a) sistemi solari attivi e altri impianti di generazione di elettricità basati su fonti energetiche rinnovabili

d) illuminazione naturale

Normative

Norma UNI EN 12464-1/2004 "Illuminazione di interni"

"L'impianto d'illuminazione dovrebbe soddisfare i requisiti di illuminazione relativi ad uno spazio particolare senza comportare sprechi di energia. Tuttavia, è importante non compromettere gli aspetti visivi di un impianto d'illuminazione solo per ridurre il consumo energetico, questo richiede un'attenta valutazione dei sistemi d'illuminazione, apparecchiature, dispositivi di controllo, appropriati così come l'impiego della luce naturale disponibile."

Modello matematico dell'energia elettrica W consumata da un impianto di illuminazione a potenza costante dopo un tempo di funzionamento T

$$W = E \; A \; \frac{1}{D} \; \frac{1}{A} \; \frac{1}{L} \; \frac{1}{rp} \; \frac{1}{MF} \; T$$

E = illuminamento medio mantenuto sul piano di riferimento (lux)

A = area del piano di riferimento (m^2);

h_D = rendimento dell'impianto di distribuzione dell'energia elettrica alle lampade (³ 0.95)

h_A = rendimento elettrico degli alimentatori (³ 0.70)

h_L = efficienza luminosa delle lampade (lm/W)

Modello matematico dell'energia elettrica W

$$W = E \; A \; \frac{1}{D} \; \frac{1}{A} \; \frac{1}{L} \; \frac{1}{rp} \; \frac{1}{MF} \; T$$

h_{rp} = fattore di utilizzazione degli app. d'illuminazione

$$h_{rp} = F_u / F_L$$

F_u = (flusso utile) flusso sul piano di riferimento

F_L = flusso luminoso nominale di lampada

interni: h_{rp} @ 0.1 ¸ 0.8

strade: h_{rp} @ 0.05 ¸ 0.45

MF = fattore di manutenzione

$$MF = `E/E_0$$

`E= illuminamento medio mantenuto di progetto

E_0= illuminamento medio ad impianto nuovo

Caratteristiche energetiche di vari tipi di lampade

	Incandescenza	Alogeni	Compatta	Fluorescente
Flusso luminoso (lm)	120/8400	975/50.000	250/3500	750/7.300
Potenza (W)	15/500	75/2000	5/40	15/140
Durata (ore)	1000	2000	>15000	>15000
Efficienza (lm/W)	8/17	13/25	50/88	50/104

Caratteristiche energetiche di vari tipi di lampade

	Alogenuri	Sodio alta pressione	LED
Flusso luminoso (lm)	5100/189000	1300/130000	1/250
Potenza (W)	35/2000	35/1000	0.1/5
Durata (ore)	>16000	>16000	100000
Efficienza (lm/W)	65/120	40/150	20/50

Risparmio energetico: strategie

Ottimizzazione del progetto (software “intelligenti”)

Ottimizzazione piani manutenzione in sede di progettazione

Gestione automatizzata degli impianti:
accensione, spegnimento, etc.
regolazione flusso luminoso (nel rispetto delle norme) in funzione delle effettive necessità (illum. naturale, decadimento luminoso, etc.)

Trasferimento dei risultati della ricerca scientifica: nuove conoscenze, tecnologie, tecniche avanzate di progettazione e di gestione

Ottimizzazione del progetto

Impianti di illuminazione interni

Specifiche di progetto (UNI EN 12464-1/2004):

illuminamento medio mantenuto

uniformità

abbagliamento molesto

rapporti di luminanza

Parametri da ottimizzare: quelli che influiscono sul costo e sulle prestazioni di un impianto:

interdistanza tra i centri luminosi

altezza di montaggio

disposizione dei centri luminosi

fattore di manutenzione

programma di manutenzione

lampada

apparecchio di illuminazione

Le soluzioni progettuali compatibili con assegnate specifiche di progetto sono molte migliaia, anche milioni

Problema

Ricerca della soluzione di minimo costo e consumo energetico (soluzione ottimale).

Si risolve con software speciali

OUTPUT DATA

OPTIMUM SOLUTION FOR EACH LUMINAIRE/LAMP COMBINATION:

First solution:
Luminaire type: DARK236
Lamp number: 2
Lumen output per lamp [lm]: 3450

LUMINAIRE LAYOUT:
Orientation: Y AXIS

XC	YC
0.70	1.43
2.90	1.43
5.10	1.43
7.30	1.43
0.70	3.57
2.90	3.57
5.10	3.57
7.30	3.57

Ehav [lx] = 500 , Ehmin/Ehav = 0.69, M = 0.52

MAINTENANCE SCHEDULE:

months = 56	Luminaire Cleaning
months = 112	Luminaire Cleaning & Relamping
months = 168	Luminaire Cleaning
months = 224	Luminaire Cleaning, Relamping & Room Surface Cleaning

COSTS :
Hourly cost of the lighting system (in terms of the cost per kWh): 3.28
Capital cost: 61 %
Energy: 11 %
Lamps: 2 %
Maintenance: 26 %
Maintenance Costs:
Group relamping: 31 %
Spot relamping: 16 %
Luminaire cleaning: 31 %
Room surface cleaning: 22 %

Second solution:
Luminaire type: DARK158
Lamp number: 1
Lumen output per lamp [lm]: 5400

LUMINAIRE LAYOUT:
Orientation: X AXIS

XC	YC
1.17	1.00
4.00	1.00
6.83	1.00
1.17	2.50
4.00	2.50
6.83	2.50
1.17	4.00
4.00	4.00
6.83	4.00

Ehav [lx] = 500 , Ehmin/Ehav = 0.70, M = 0.60

MAINTENANCE SCHEDULE:

months = 35	Luminaire Cleaning
months = 70	Luminaire Cleaning & Relamping
months = 105	Luminaire Cleaning
months = 140	Luminaire Cleaning, Relamping & Room Surface Cleaning

COSTS :
Hourly cost of the lighting system (in terms of the cost per kWh): 3.59
Capital cost: 50 %
Energy: 18 %
Lamps: 2 %
Maintenance: 30 %
Maintenance Costs:
Group relamping: 21 %
Spot relamping: 8 %
Luminaire cleaning: 43 %
Room surface cleaning: 28 %

Third solution:
Luminaire type: DARK136
Lamp number: 1
Lumen output per lamp [lm]: 3450

LUMINAIRE LAYOUT:
Orientation: X AXIS

XC	YC
0.48	0.88
2.24	0.88
4.00	0.88
5.76	0.88
7.52	0.88
0.48	2.50
2.24	2.50
4.00	2.50
5.76	2.50
7.52	2.50
0.48	4.12
2.24	4.12
4.00	4.12
5.76	4.12
7.52	4.12

Ehav [lx] = 499 , Ehmin/Ehav = 0.68, M = 0.58

MAINTENANCE SCHEDULE:

months = 50	Luminaire Cleaning & Relamping
months = 100	Luminaire Cleaning & Relamping
months = 150	Luminaire Cleaning, Relamping & Room Surface Cleaning

COSTS :
Hourly cost of the lighting system (in terms of the cost per kWh): 4.48
Capital cost: 50 %
Energy: 15 %
Lamps: 2 %
Maintenance: 33 %
Maintenance Costs:
Group relamping: 38 %
Spot relamping: 3 %
Luminaire cleaning: 38 %
Room surface cleaning: 21 %

Confronto tra una soluzione progettuale ottimizzata e non per interni

Specifiche di progetto:

Em ³ 250 lux;

U (Emin/Em) ³ 0.7;

	lamp.	N	M	Em	U	W(%)	C(%)
Soluzione progettista esperto	36W	10	0.8	360	0.73	125	134
Soluzione ottimale	36W	8	0.75	260	0.7	100	100

Importanza dell'ottimizzazione

Rivisitazione di progetti di numerosi impianti di illuminazione esistenti

Risultati:

in circa il 50% dei casi esaminati

$$\frac{\text{costo impianto esistente}}{\text{costo soluzione ottimale individuata}} > 1.8$$

in circa il 30% dei casi esaminati

$$\frac{\text{costo impianto esistente}}{\text{costo soluzione ottimale individuata}} > 2.5$$

Illuminazione naturale e risparmio energetico

D.L.vo 626/1994

Art. 33

… i luoghi di lavoro devono disporre di sufficiente luce naturale…..

Illuminazione naturale

Tipiche proprietà luminose ed energetiche di cristalli

Prodotto	spessore (mm)	fattore trasmiss.	fattore solare F
Cristallo chiaro	6 10	0.89 0.88	0.85 0.80
Cristallo rosaline	6 10	0.71 0.61	0.78 0.71
Cristallo grigio	4 6 10	0.50 0.40 0.22	0.64 0.59 0.47
Cristallo verde	6 10	0.74 0.64	0.57 0.48

fatt. trasm.: flusso luminoso trasmesso dal cristallo

fatt. solare: flusso energetico trasmesso dal cristallo

“L’efficienza energetica nell’illuminazione e nei sistemi elettrici”, L. Di Fraia

Illuminazione naturale locali scolastici
(riferimenti: DM 18/12/75, UNI 10840/2000)

Fattore medio di luce diurna $h_m = Em/Eo$
(valori minimi)

Ambiente	h_m (%)
aule, laboratori, biblioteche	3
aula magna, sale professori, mensa	2
uffici, corridoi, scale	1

Sistemi a illuminamento costante

Risparmio energetico prodotto da:

sfruttamento dell'illuminazione naturale

abbattimento sprechi di energia connessi al decadimento luminoso degli impianti

Risparmi di energia (%) per illuminazione nei sistemi ad illuminamento costante

Ed (lx)	η_m 0,02	0,03	0,04	E_n=0
600	31	44	51	14
800	24	35	44	14
1000	19	28	38	14

E_d= illuminamento medio desiderato
η_m= fattore medio luce diurna
E_n= illuminazione naturale

"L'efficienza energetica nell'illuminazione e nei sistemi elettrici", L. Di Fraia

Potenzialità di risparmio di energia elettrica da razionalizzazione dei consumi

(fonte: L. Di Fraia, Piano Energetico della Provincia di Napoli, 2002)

Settore	incidenza sul consumo tot. del settore(%)	risparmio potenziale %	GWh	copertura deficit (%)
Illuminazione domestica	15	min.: 30	130	2.5
		max.: 70	310	5.8
Illuminazione terziaria	>40	min.: 40	290	5.5
		max.: 70	500	9.5

Tipi di intervento:

- adozione migliori tecnologie disponibili
- progettazione energeticamente ottimizzata
- comportamenti energetici razionali
- diversificazione delle fonti

“L’efficienza energetica nell’illuminazione e nei sistemi elettrici”, L. Di Fraia

Ammodernamento energetico di impianti esistenti

Spesso, l’investimento si recupera dopo breve tempo (tempo di payback)

Comportamenti da evitare

Effettuare interventi di ammodernamento energetico su impianti fuori norma

L’intervento energetico è spesso l’occasione propizia per effettuare <u>l’adeguamento normativo</u> a costi contenuti

Valutazione della convenienza economica di un intervento di miglioramento energetico

Criterio: B/C (tempo di payback)

B: beneficio risparmio costo energetico annuo

C: costo intervento

Impianti a norma:

C: costo del miglioramento energetico

Impianti non a norma:

C: costo della messa a norma + miglioramento energetico

Problema

Massimizzare il rapporto B/C

Utilizzo di capitale privato per l'adeguamento

Una ESCo (Energy Service Company) sostiene il costo dell'intervento di ammodernamento e della gestione di un impianto e viene ripagata con il risparmio economico della gestione dopo l'intervento

F I N E