

GAMIE s.r.l.
Via F. Bonsi, 43 - 48022 Lugo (RA)
Tel. 0545.34129 - Fax 0545.32286
C.F. e P.I. 00181520396



**IMPIANTI DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE
INSTALLAZIONI ELETTRICHE SPORTIVE ED INDUSTRIALI
MANUTENZIONI - QUADRI - SEGNALETICA STRADALE**

LUGO
v. Bonsi, 43
0545 34129

RAVENNA
v. Buozi, 11
0544 451045

CERVIA
v. Braies, 28
0544 972619

FERRARA
v. Ravenna, 256/b
0532 311339

www.gamie.it

info@gamie.it

COMMITTENTE

LA MANARINA S.r.l.
via Nagykata, 7
48011 Alfonsine (RA)

OGGETTO

**Progetto illuminazione pubblica
nuova lottizzazione in Via Sandro
Pertini a Alfonsine (RA)**

TIPO DI LAVORO

PROGETTO ESECUTIVO

TIPO DI ELABORATO GRAFICO

**IPEA (Indice Prestazione Energetica Apparecchi)
IPEI (Indice Prestazione Energetica Impianto)**

ELABORATO

IP_06

DATA

05.10.2020

FILENAME

—

SCALA

—

DISEGNATORE

sm

REV.

0

PROGETTISTA

Matteo Per. Ind. Strocchi

RELAZIONE TECNICA PRESTAZIONI ENERGETICHE

INDICE

1. IPEA E PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI APPARECCHI
2. IPEI E PRESTAZIONE ENERGETICA DELL' IMPIANTO

Revisione	0					Pagina
Data	05.10.2020					1

1. IPEA E PRESTAZIONE ENERGETICA DEGLI APPARECCHI

Sulla scorta delle indicazioni del Green Public Procurement (GPP), del Piano d'azione per la sostenibilità Ambientale(PAN-GPP)⁽¹⁹⁾ e dei Criteri Ambientali Minimi (CAM) per la pubblica illuminazione⁽²⁰⁾ sono stati inseriti nella normativa regionale criteri di efficienza energetica che garantiscano determinate prestazioni *minime* degli apparecchi di illuminazione.

L'indice utilizzato per gli apparecchi è l'IPEA (Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Apparecchio) ed è relativo al rapporto tra l'efficienza globale dell'apparecchio e l'efficienza globale di riferimento della migliore tecnologia attualmente utilizzata sul mercato per l'ambito considerato, fornendo così una valutazione oggettiva e "globale" dell'apparecchio, a prescindere dalla progettazione impiantistica o dall'uso dell'apparecchio (es. uso della riduzione del flusso), che sono invece oggetto della valutazione fatta con l'indice IPEI (vd. Allegato E).

La formula dell'IPEA è quindi:

$$IPEA = \eta_a / \eta_r$$

dove:

η_a = Efficienza globale dell'apparecchio

η_r = Efficienza globale di riferimento

Gli intervalli IPEA a cui fare riferimento per definirne la classe di appartenenza sono indicati nella seguente Tabella 1.

Revisione	0					Pagina
Data	05.10.2020					2

Tab.1: Classi ed intervalli IPEA

Classe IPEA	IPEA
A ⁺⁺	1,15 < IPEA
A ⁺	1,10 < IPEA ≤ 1,15
A	1,05 < IPEA ≤ 1,10
B	1,00 < IPEA ≤ 1,05
C	0,90 < IPEA ≤ 1,00
D	0,84 < IPEA ≤ 0,93
E	0,75 < IPEA ≤ 0,84
F	0,65 < IPEA ≤ 0,75
G	IPEA ≤ 0,65

Semplificando, per calcolare l'IPEA occorre tener conto che:

L'efficienza globale dell'apparecchio di illuminazione (η_a) è:

$$\eta_a = \eta_{sorg} * \eta_{sorg} * D_{Lor} [lm / W]$$

ove:

η_{sorg} (lm/W) efficienza nominale della sorgente luminosa

η_{alim} rendimento dell'alimentatore, inteso come il rapporto tra la potenza nominale delle sorgenti e la potenza in entrata del circuito lampada/alimentatore con possibili carichi ausiliari.

D_{Lor} rapporto tra il flusso emesso dall'apparecchio e rivolto verso l'emisfero inferiore ed il flusso luminoso originariamente emesso dalle lampade nude presenti in esso ed operanti con lo stesso impianto

I valori **dell'Efficienza globale di riferimento (η_r)** sono quelli riportati nella seguente Tabella 2 differenziati per ambito.

Tab.2: Efficienza globale di riferimento (η_r)

Potenza nominale della sorgente (W)	Efficienza globale di riferimento (η_r)			
	Stradale e grandi aree	Percorsi ciclo-pedonali	Aree verdi e parchi	Centri storici
$P \leq 55$	60	50	49	51
$55 < P \leq 75$	65	56	55	57
$75 < P \leq 105$	75	58	57	58
$105 < P \leq 155$	81	63	62	63
$155 < P \leq 255$	93	67	66	68
$255 < P \leq 405$	99	67	66	68

Revisione	0					Pagina
Data	05.10.2020					3

2. IPEI E PRESTAZIONE ENERGETICA DELL' IMPIANTO

Come evidenziato nell'Allegato D, ed in analogia ai CAM criteri di efficienza energetica che garantiscano determinate prestazioni minime sono stati individuati anche per gli impianti.

L'indice utilizzato è l'IPEI (Indice Parametrizzato di Efficienza dell'Impianto) ed è relativo ad un parametro, lo SLEEC (Street light Energy Efficiency Criteria) che in sostanza indica il rapporto tra la potenza impiegata per unità di superficie ed il valore illuminotecnico raggiunto.

In particolare, l'indice IPEI è definito dal rapporto tra lo SLEEC (S) dell'impianto [espresso in luminanza o illuminamento a seconda dell'ambito da considerare] e il relativo SLEEC di riferimento, moltiplicato un fattore correttivo K_{inst} che consente di premiare le soluzioni progettuali che permettono le installazioni con maggiore interdistanza.

Il risultato che si ottiene è una valutazione della prestazione energetica dell'impianto in riferimento all'apparecchio installato e alle condizioni al contorno (es. la larghezza delle strada, l'interasse ecc) e pertanto rappresenta un valido strumento di confronto tra diverse soluzioni progettuali in funzione della corretta illuminazione richiesta dalle norme tecniche di riferimento (vd. Allegato F). E' pertanto da raccomandare per un'ottimale progettazione, valutare sia l'IPEA che l'IPEI.

Le formule dell'IPEI sono quindi:

$$IPEI = SL / SL_R * k_{inst} \quad IPEI = SE / SE_R * k_{inst}$$

(in luminanza)

(in illuminamento)

per ambiti stradali

per gli altri ambiti

Revisione	0					Pagina
Data	05.10.2020					4

Gli intervalli IPEI a cui fare riferimento per definirne la classe di appartenenza sono indicati nella seguente Tabella 1.

Tab.1: Classi ed intervalli IPEI

Classe IPEI	IPEI
A ⁺⁺	IPEI < 0,75
A ⁺	0,75 ≤ IPEI < 0,82
A	0,82 ≤ IPEI < 0,91
B	0,91 ≤ IPEI < 1,09
C	1,09 ≤ IPEI < 1,35
D	1,35 ≤ IPEI < 1,79
E	1,79 ≤ IPEI < 2,63
F	2,63 ≤ IPEI < 3,10
G	3,10 ≤ IPEI

Semplificando per calcolare l'IPEI occorre tener conto che:

- Lo **SLEEC in luminanza** (SL) è espresso dalla formula:

$$SL = \frac{P_{app}}{L_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \left[\frac{W}{cd/m^2 \cdot m^2} \right]$$

- Lo **SLEEC in illuminamento** (SE) è espresso dalla formula:

$$SE = \frac{P_{app}}{E_m \cdot i_{rif} \cdot l_{media}} = \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

dove:

P_{app} (W) Potenza reale assorbita dall'apparecchio, intesa come somma delle potenze assorbite dalla sorgente e dalle componenti presenti all'interno dello stesso apparecchio di illuminazione (accenditore, alimentatore /reattore, condensatore, ecc.). Tale potenza può venire espressa come $P_{sorgente} / \eta_b$ in cui $P_{sorgente}$ è la potenza nominale della sorgente e η_b è il rendimento dell'alimentatore.

L_m (cd/mq) Luminanza media mantenuta, risultante dal calcolo illuminotecnico effettuato con apposito software secondo le indicazioni dell'Allegato F, adottando un fattore di manutenzione pari a 0,80 ed un manto stradale di classe C2_m

E_m (lux) Illuminamento medio mantenuto risultante dal calcolo illuminotecnico effettuato con apposito software secondo le indicazioni dell'Allegato F, adottando un fattore di manutenzione pari a 0,80

Revisione	0					Pagina
Data	05.10.2020					5

l_{media} (m) Larghezza media della carreggiata o della zona illuminata.

i_{rif} (m) Interdistanza di riferimento in un impianto di pubblica illuminazione fra un punto luce e l'altro, in cui i_m è l'interdistanza media fra due punti luce successivi posti dallo stesso lato della carreggiata.

I valori dello **SLEEC di riferimento** sono:

- in **luminanza** (SL_R), quelli riportati nella seguente Tabella 2 in relazione alla categoria illuminotecnica di progetto prevista secondo l'Allegato F e la Norma UNI EN 13201 e s.m.i.

Tab.2: SLEEC di riferimento SL_R per ambiti stradali

Illuminazione stradale	
Categoria illuminotecnica	$SL_R \left[\frac{W}{cd/m^2 \cdot m^2} \right]$
M1	0,49
M2	0,51
M3	0,55
M4	0,58
M5	0,60
M6	0,65

Tab.3 SLEEC di riferimento SE_R per l'illuminazione di intersezioni e centri storici

Illuminazione di intersezioni e centri storici	
Categoria illuminotecnica	$SE_R \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$
C0	0,033
C1	0,035
C2	0,037
C3	0,039
C4	0,042
C5	0,044

Revisione	0					Pagina
Data	05.10.2020					6

Tab.4 SLEEC di riferimento SE_R per l'illuminazione di marciapiedi, percorsi ciclopedonali, parcheggi

Illuminazione di marciapiedi, percorsi ciclopedonali, parcheggi	
Categoria illumino- tecnica	$SE_R \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$
P1	0,07
P2	0,08
P3	0,09
P4	0,11
P5	0,14
P6	0,17
P7	0,21

Calcola l' IPEI in luminanza

	Ambito principale da illuminare	STRADA LOCALE URBANA	
	Tipo strada (PUT)	F	
	Descrizione tipo strada	strade locali urbane	
	Categoria illuminotecnica	M4	
$L_{m,rif}$	Luminanza di riferimento	0,75	cd/mq
l	Larghezza carreggiata	7	m

per sorgenti NON LED

	Tipo di apparecchio	Armatura stradale LED	
	Marca e modello	ITALO1 STW 3.7-2M	
	Tipo sorgente	altro	
	Potenza sorgente	52	W
η_{sorg}	efficienza sorgente	116	lm/W
η_{alim}	rendimento alimentatore	0,91	

i	interdistanza	30	m
	altezza sorgenti	8	m
L_m	Luminanza media mantenuta	0,87	cd/mq
	U_o	0,62	
	U_l	0,65	
	T_l	12	%
	SR	0,6	

P_{app}	Potenza apparecchio	57	W
SL	SLEEC in luminanza ($P_{app}/(L_m * i * l)$)	0,31	W/[(cd/mq)*mq]
K_{inst}	Costante d'installazione ($0,524 + [L_m/(L_{m,rif} * 2,1)]$)	1,08	

SL_R	SLEEC di riferimento	0,58	lm/W
--------	----------------------	------	------

IPEI ($SL/SL_R * K_{inst}$)		0,58	A++

Calcola l' IPEI in illuminamento per sorgenti LED

	Ambito principale da illuminare		
	Tipo strada (PUT)	<i>F</i>	
	Descrizione tipo strada	<i>strade locali urbane</i>	
	specificata	<i>marciapiedi, percorsi ciclopedonali e parcheggi</i>	
	Categoria illuminotecnica	<i>P2</i>	
$E_{m,rif}$	Illuminamento di riferimento	10	lux
<i>l</i>	Larghezza carreggiata	6	m

	Tipo di apparecchio	<i>Armatura stradale LED</i>	
	Marca e modello	<i>ITALO1 S05 3.5-3M</i>	
	Tipo sorgente	<i>LED</i>	
Φ_{sorg}	flusso Modulo LED	5 140	lm
P_{app}	potenza reale apparecchio LED	44	W

<i>i</i>	<i>interdistanza</i>	25	m
	<i>altezza sorgenti</i>	8	m
E_m	<i>Illuminamento medio mantenuto</i>	11,80	lux
	<i>Uo</i>		

<i>SE</i>	SLEEC in illuminamento [$P_{app}/(E_m * i * l)$]	0,02	W/[(lux)*mq]
<i>Kinst</i>	Costante d'installazione (0,524+ [$E_m/(E_{m,rif} * 2,1)$])	1,09	

SE_R	SLEEC di riferimento	0,042	lm/W
--------	----------------------	-------	------

IPEI ($SE/SE_R * Kinst$)	0,64	A++



Indice di prestazione degli apparecchi di illuminazione

IPEA

DATI APPARECCHIO LED

Produttore: AEC Illuminazione S.r.l.
Apparecchio: ITALO 1 0F2H1 S05 3.5-3M

Tc: 3000 K
CRI: >70

Flusso apparecchio: 5140 lm
Potenza apparecchio: 44,0 W
Efficienza apparecchio: 117 lm/W

A++	IPEA > 1.15
A+	1.10 < IPEA < 1.15
A	1.05 < IPEA < 1.10
B	1.00 < IPEA < 1.05
C	0.93 < IPEA < 1.00
D	0.84 < IPEA < 0.93
E	0.75 < IPEA < 0.84
F	0.65 < IPEA < 0.75
G	IPEA < 0.65

CLASSIFICAZIONE ENERGETICA

Illuminazione stradale e di grandi aree	IPEA = 1,95	A++
Illuminazione di percorsi ciclopeditoni	IPEA = 2,34	A++
Illuminazione di aree verdi e parchi	IPEA = 2,39	A++
Illuminazione di centri storici con corpi illuminanti artistici	IPEA = 2,29	A++

EFFICIENZA GLOBALE DI RIFERIMENTO (η_r)

	Illuminazione stradale e di grandi aree	Percorsi ciclopeditoni	Aree verdi e parchi	Centri storici e apparecchi artistici
(W)	(lm / W)	(lm / W)	(lm / W)	(lm / W)
P ≤ 55	60	50	49	51
55 < P ≤ 75	65	56	55	57
75 < P ≤ 105	75	58	57	58
105 < P ≤ 155	81	63	62	63
155 < P ≤ 255	93	67	66	68
255 < P ≤ 405	99	67	66	68

$$IPEA = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$



Indice di prestazione degli apparecchi di illuminazione

IPEA

DATI APPARECCHIO LED

Produttore: AEC Illuminazione S.r.l.
Apparecchio: ITALO 1 0F3 STW 3.7-2M

Tc: 3000 K
CRI: >70

Flusso apparecchio: 6070 lm
Potenza apparecchio: 52,0 W
Efficienza apparecchio: 117 lm/W

A++	IPEA > 1.15
A+	1.10 < IPEA < 1.15
A	1.05 < IPEA < 1.10
B	1.00 < IPEA < 1.05
C	0.93 < IPEA < 1.00
D	0.84 < IPEA < 0.93
E	0.75 < IPEA < 0.84
F	0.65 < IPEA < 0.75
G	IPEA < 0.65

CLASSIFICAZIONE ENERGETICA

Illuminazione stradale e di grandi aree	IPEA = 1,95	A++
Illuminazione di percorsi ciclopeditali	IPEA = 2,34	A++
Illuminazione di aree verdi e parchi	IPEA = 2,39	A++
Illuminazione di centri storici con corpi illuminanti artistici	IPEA = 2,29	A++

EFFICIENZA GLOBALE DI RIFERIMENTO (η_r)

	Illuminazione stradale e di grandi aree	Percorsi ciclopeditali	Aree verdi e parchi	Centri storici e apparecchi artistici
(W)	(lm / W)	(lm / W)	(lm / W)	(lm / W)
P ≤ 55	60	50	49	51
55 < P ≤ 75	65	56	55	57
75 < P ≤ 105	75	58	57	58
105 < P ≤ 155	81	63	62	63
155 < P ≤ 255	93	67	66	68
255 < P ≤ 405	99	67	66	68

$$IPEA = \frac{\eta_a}{\eta_r}$$