



Comune di
Missaglia

Procedura ristretta ai sensi dell'art. 61 del d.lgs. n. 50/2016 per la selezione di una energy service company (esco) ai fini dell'affidamento della concessione mista di beni e servizi per la riqualificazione energetica e la gestione degli impianti di pubblica illuminazione di proprietà del Comune di Missaglia da realizzarsi con finanziamento tramite terzi (ftt), ai sensi degli artt. 2, comma 1, lett. m) e 15 del d.lgs. n. 115/2008.



Comune di Missaglia

PROGETTO ESECUTIVO

1.RG-5- RELAZIONE GENERALE – Analisi energetica e ambientale



ASTROLIGHT STUDIO



ing. Diego Bonata
Via Meucci, 17 – 24053 Brignano Gera d'Adda (Bg)
Tel./Fax. 0363-814385 – cell. 339-3073273
diego.bonata@ingpec.eu – PI 03055420164
<http://www.astrolightstudio.eu>

INDICE

1	ANALISI BENEFICI ENERGETICI	2
1.1	<i>Strategie per massimizzare i benefici energetici.....</i>	2
1.1.1	Corretta classificazione illuminotecnica.....	2
1.1.2	Impiego di apparecchi illuminanti ad elevata efficienza	2
1.1.3	Progettazione illuminotecnica esecutiva	2
1.2	<i>Base line punti luce e punti luce POST riqualificazione</i>	3
1.3	<i>Presupposti e analisi del censimento.....</i>	3
1.4	<i>Metodo di calcolo.....</i>	3
1.5	<i>Calcolo dei consumi illuminazione pubblica.....</i>	4
1.5.1	Consumi PRE RIQUALIFICAZIONE	4
1.5.2	Consumi POST RIQUALIFICAZIONE.....	5
1.6	<i>Constant Lumen Output (CLO).....</i>	7
2	ANALISI BENEFICI AMBIENTALI	8
2.1	<i>Analisi benefici dell'intervento.....</i>	8
2.2	<i>Compatibilità ambientale della luce e di riduzione dell'inquinamento luminoso ..</i>	9
2.3	<i>Sorgenti luminose oggetto dell'intervento</i>	13
2.4	<i>Risultati della riqualificazione illuminotecnica</i>	14
2.5	<i>PRESTAZIONE ENERGETICA E CALCOLO IPEI*.....</i>	15
3	RELAZIONE SULLE SCELTE DI COERENZA E COMPATIBILITÀ AMBIENTALE	16
3.1	<i>Legge regionale n. 31/2015 (Ex. 17/00).....</i>	16
3.1.1	REQUISITO 1: controllo emissione diretta verso l'alto	16
3.1.2	REQUISITO 2: controllo della quantità di luce impiegata.....	17
3.1.3	REQUISITO 3: sorgenti luminose efficienti	18
3.1.4	REQUISITO 4: ottimizzazione degli impianti.....	19
3.1.5	REQUISITO 5: regolazione del flusso luminoso	20
3.2	<i>CAM 2017-2018.....</i>	21
3.2.1	Requisiti puntuali dei CAM	21
3.2.2	Incrementano i livelli di confort visivo, riducono l'abbagliamento e prevedono un colore di luce adeguata al contesto ed alla riduzione dell'inquinamento (capitolo 4.3.4.2);.....	24
3.2.3	Riduzione del rischio fotobiologico	24
4	CAM 2018 – INDICI PRESTAZIONALI.....	26
4.1	<i>SCHEDA 3 – Indici prestazionali impianto Ex post.....</i>	26



1 ANALISI BENEFICI ENERGETICI

1.1 Strategie per massimizzare i benefici energetici

Le **strategie di massimizzazione dei risultati energetici** in modo certo e misurato si basano sui seguenti 3 concetti essenziali:

- Corretta classificazione illuminotecnica
- Impiego di apparecchi illuminanti ad elevata efficienza
- Progettazione illuminotecnica esecutiva

1.1.1 Corretta classificazione illuminotecnica

Una corretta classificazione illuminotecnica è alla base di una razionale illuminazione del territorio non sovrabbondante ed allo stesso tempo coerente con le normative tecniche e di sicurezza.

Sbagliare la classificazione illuminotecnica vuol dire illuminare anche il doppio ed il triplo di quanto effettivamente serve.

A Tal fine ed in coerenza con i documenti forniti dal Comune si è fatta un'analisi dei rischi puntuale asseverata per identificare ambito per ambito di intervento i seguenti elementi di dimensionamento dell'illuminazione pubblica:

- classificazione illuminotecnica di progetto
- classificazione illuminotecnica di esercizio

Il dettaglio dell'analisi dei rischi ed ella relativa classificazione:

- **1.RG-3-AII1 – Allegato 1 – Analisi dei rischi e classificazione illuminotecnica**

1.1.2 Impiego di apparecchi illuminanti ad elevata efficienza

La scelta degli apparecchi per l'illuminazione è fondamentale per conseguire elevati risultati in termini di efficienza.

Tutti gli apparecchi impiegati nelle situazioni progettuali degli interventi previsti sono di classe mediamente superiore a A+.

Il dettaglio delle LABEL energetiche IPEA* è possibile riscontrarlo nei seguenti documenti di progetto:

- **1.RG.4-AII2 –Dichiarazioni di conformità CAM**

1.1.3 Progettazione illuminotecnica esecutiva

Fondamentale è la scelta di predisporre anche in via preliminare dei calcoli illuminotecnici con un livello di dettaglio di un progetto esecutivo per massimizzare i risultati energetici diversamente, i calcoli illuminotecnici preliminari, spesso puramente tipologici ed approssimativi, sono poco vicini alla realtà sia se si considerano soluzioni conservative e prudenziali sia nel caso di soluzioni più ottimisti.

La scelta di fare un progetto esecutivo è ovviamente di garanzia sia per il Proponente che per la PA in quanto

evita contrasti e contestazioni nelle successive fasi.

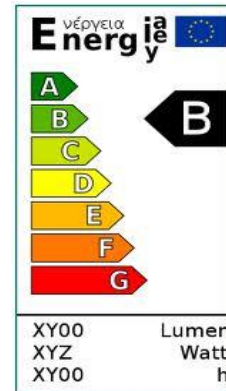
Il progetto è stato per quanto possibile ottimizzato e lo dimostrano i risultati conseguiti in termini di risparmio energetico ma i numerosi vincoli (fra cui le condizioni installative fisse) hanno impedito di ottenere il massimo dei risultati in termini di efficienza.

I risultati di progetto contengono anche il calcolo delle Label energetiche così come definite dai CAM (Criteri minimi ambientali) e dalla EN 13021-5 per il settore illuminazione.

Da questi risultati è possibile riscontrare appunto come l'efficienza degli impianti sia migliorata consistentemente ma non sempre si siano raggiunti risultati ottimali a causa dei già menzionati vincoli progettuali.

Come si vede dai progetti illuminotecnici individuano una tendenza ad avere impianti con Label energetiche IPEI nel 95% dei casi superiore a A+.

Nello specifico i progetti evidenziano che nelle condizioni peggiori (massime inter-distanze) i progetti sono praticamente sempre di classe IPEI superiore a A quindi potenzialmente (indipendentemente dalle configurazioni iniziali).



Il dettaglio delle LABEL energetiche IPEI* è possibile riscontrarlo nei seguenti documenti di progetto:

- **2.RS-1– Relazione specialistica di calcolo illuminotecnico**

1.2 Base line punti luce e punti luce POST riqualificazione

I punti luce facenti parte della base line di gara sono:	1.318
I kWh facenti parte della base line sono:	580.293 kWh
I punti luce finali post riqualificazione (compresi 21 punti luce nuovi) sono	1424

*Nel totale non sono ricompresi i proiettori architettonici dell'offerta di valorizzazione di alcuni monumenti in quanto non allacciati a quadri dell'illuminazione pubblica.

1.3 Presupposti e analisi del censimento

Nei dati forniti dal Comune solo una parte riguardava le potenze dei punti luce per cui i parametri impiegati per valutare i consumi PRE intervento sono stati stimati sulla base del censimento, anche con metodi diretti e indiretti e dell'esperienza maturata sul campo in quasi 100 situazioni analoghe, in particolare:

- Si considereranno le ore di accensione annue degli impianti di IP gestiti con fotocellula o orologio astronomico (come da baseline).
- Le potenze installate sono stimate ove non disponibili
- Assorbimento della rete e degli alimentatori ferromagnetici calcolati in circa il 16% dell'assorbimento nominale delle sorgenti a scarica e 3% per quelle a LED

1.4 Metodo di calcolo



Il calcolo del consumo annuo pre e post intervento viene fatto applicando la tabella di seguito riportata dove per semplificare sono stati usati i seguenti parametri e metodi di calcolo:

$$\text{kWh consumati} = \text{NPT} \times \text{PW} \times \text{HA} \times \text{Creg} / 1000$$

Dove:

- **NPT**= Numero di punti luce
- **PW**= Potenza complessiva dei punti luce (alimentatori e rete) tenendo conto delle perdite - Assorbimento della rete e degli alimentatori ferromagnetici calcolati in circa il 16% dell'assorbimento nominale delle sorgenti a scarica mentre per le sorgenti a LED per la sola rete pari al 3%.
- **HA** = Ore di accensione annue degli impianti
- **Creg**= Coefficiente di regolazione che tiene conto della effettiva regolazione delle sorgenti e **viene desunta dal 1.RG-3-AII.2 –Accensione/spegnimento impianti d’illuminazione e cicli di regolazione del flusso luminoso**. Rappresenta la riduzione percentuale del consumo annuo rispetto ad una situazione di regime a seguito dell’effettiva regolazione. Di fatto nel documento di cui sopra viene calcolato il risparmio annuo ed il $\text{Creg} = (100 - \text{risparmio}) / 100$

1.5 Calcolo dei consumi illuminazione pubblica

L’analisi dei consumi e quindi dei risparmi conseguibili, è divisa in 2 parti:

- SITUAZIONE CONSUMI STATO DI FATTO;
- SITUAZIONE CONSUMI POST RIQUALIFICAZIONE.

Legenda:

TNM: Si intende sistema di spegnimento alternato tipo “Tutta notte mezzanotte”

OA: Orologio Astronomico

STD: Sistema di regolazione automatico con calcolo della mezzanotte virtuale

PTOPTO: Sistema di regolazione e telecontrollo punto a punto

CENT: Sistema di regolazione e telecontrollo centralizzato

1.5.1 Consumi PRE RIQUALIFICAZIONE

I consumi di seguito riportati sono calcolati sulla base delle potenze note e rilevate.

Il risultato complessivo si discosta dalla base linea come evidenziano anche le bollette raccolte presso il comune.

Legenda:

STD: Sistema di regolazione automatico con calcolo della mezzanotte virtuale

Nuove Sorgenti	Nuovi sistemi di Regolazione	Potenza nominale complessiva W	Q.tà	Potenza W comprensiva di perdite	Coeff. Di Risparmio da regolazione	kWh consumati totali
FL 18W	-	1 692	94	1 963	1,00	8245
FL 36W	-	216	6	251	1,00	1054
FL 58W	-	986	17	1 144	1,00	4805
HG 125W	-	33 375	267	38 715	1,00	162603



Nuove Sorgenti	Nuovi sistemi di Regolazione	Potenza nominale complessiva W	Q.tà	Potenza W comprensiva di perdite	Coeff. Di Risparmio da regolazione	kWh consumati totali
HG 80W	-	4 640	58	5 382	1,00	22604
LED 20W	STANDALONE	780	39	811	0,85	2895
LED 23W	-	92	4	96	1,00	403
LED 24W	-	360	15	374	1,00	1571
LED 25W	STANDALONE	125	5	130	0,85	464
LED 30W	STANDALONE	660	22	686	0,85	2449
LED 39W	STANDALONE	2 964	76	3 083	0,85	11006
LED 4W	-	80	20	83	1,00	349
LED 59W	STANDALONE	4 425	75	4 602	0,85	16429
LED 60W	STANDALONE	120	2	125	0,85	446
LED 9W	-	81	9	84	1,00	353
SAP 100W	-	27 400	274	31 784	1,00	133493
SAP 150W	-	23 100	154	26 796	1,00	112543
SAP 70W	-	19 740	282	22 898	1,00	96172
Totale		120 836	1318	139 007		580 293

1.5.2 Consumi POST RIQUALIFICAZIONE

Il valore calcolato dei consumi POST riqualificazione è reale e legato alle scelte progettuali proposte.

In questa sezione nel sistema di regolazione viene inoltre indicato il profilo di regolazione definito nella relazione [1.RG-3-All.2 –Accensione/spegnimento impianti d’illuminazione e cicli di regolazione del flusso luminoso](#) ed indicato con CR2.

Il calcolo è stato condotto considerando il numero di ore di accensione annue degli impianti compatibili con le tecnologie a orologio astronomico di gestione di accensioni/spegnimenti previsti dalle linee guida ENEA. Durante le fasi successive dell’appalto potranno essere concordare diverse modalità di accensione/spegnimento per ridurre o aumentare il numero di ore annue di accensione.

Il calcolo che però viene esposto è calcolato solo su 1318 punti luce per permettere un confronto con il progetto di fattibilità:

Da Legenda:

CR2: Standalone/Punto a punto con profilo di regolazione CR2

I consumi sono comprensivi di eventuali consumi del sistema di telecontrollo.



Nuove Sorgenti	Orologio Astronomico	Nuovi sistemi di Regolazione	Potenza nominale complessiva W	Q.tà	Potenza W complessiva di perdite	Coeff. Di Risparmio da regolazione	kWh consumati totali
LED 10W	OA	PTOPTO	480	48	480	0,698	1293,25
LED 12W	OA	PTOPTO	156	13	156	0,698	420,31
LED 13W	OA	STANDALONE	13	1	13	0,698	35,03
LED 14W	OA	PTOPTO	882	63	882	0,698	2376,35
LED 15W	OA	PTOPTO	345	23	345	0,698	929,53
LED 16W	OA	PTOPTO	544	34	544	0,698	1465,69
LED 17W	OA	PTOPTO	476	28	476	0,698	1282,48
LED 18W	OA	PTOPTO	198	11	198	0,698	533,47
LED 19W	OA	PTOPTO	152	8	152	0,698	409,53
LED 20W	OA	PTOPTO	2220	111	2220	0,698	5981,30
LED 20W	OA	STANDALONE	560	28	560	0,698	1508,80
LED 21W	OA	PTOPTO	462	22	462	0,698	1244,76
LED 22W	OA	PTOPTO	704	32	704	0,698	1896,77
LED 24W	OA	PTOPTO	192	8	192	0,698	517,30
LED 25W	OA	PTOPTO	6800	272	6800	0,698	18321,10
LED 26W	OA	PTOPTO	728	28	728	0,698	1961,44
LED 27W	OA	PTOPTO	1890	70	1890	0,698	5092,19
LED 28W	OA	PTOPTO	364	13	364	0,698	980,72
LED 31W	OA	PTOPTO	186	6	186	0,698	501,14
LED 32W	OA	PTOPTO	128	4	128	0,698	344,87
LED 36W	OA	PTOPTO	36	1	36	0,698	96,99
LED 39W	OA	PTOPTO	10530	270	10530	0,698	28370,77
LED 39W	OA	STANDALONE	351	9	351	0,698	945,69
LED 40W	OA	PTOPTO	80	2	80	0,698	215,54
LED 46W	OA	PTOPTO	138	3	138	0,698	371,81
LED 49W	OA	PTOPTO	4067	83	4067	0,698	10957,64
LED 4W	OA	-	208	52	208	1,000	802,88
LED 60W	OA	PTOPTO	120	2	120	0,698	323,31
LED 60W	OA	STANDALONE	120	2	120	0,698	323,31
LED 68W	OA	PTOPTO	1292	19	1292	0,698	3481,01
LED 77W	OA	PTOPTO	2541	33	2541	0,698	6846,17
LED 9W	OA	-	172	19	172	1,000	69,48
Totale			37047	1318	37 057,56		100 196,14

Il risparmio energetico % calcolato Post-Operam equivale a

82.73%

Che è compatibile con quello previsto in sede di gara pari a 82,72%



1.6 Constant Lumen Output (CLO)

Nel progetto è stato implementato un ulteriore elemento che contribuisce ad incrementare il risparmio energetico il CLO.

Tutte le sorgenti diminuiscono la loro emissione nel tempo. Per garantire il livello di illuminazione minimo richiesto per tutta la durata dell'installazione, i calcoli relativi all'illuminazione dovrebbero essere effettuati sulla base del livello di luce alla fine della vita della sorgente (nel caso specifico un coefficiente di manutenzione di 0,80 è pari a una riduzione del 20%, che si raggiunge approssimativamente in 100.000 ore di funzionamento). Questo approccio, tuttavia, condurrebbe ad utilizzare potenze, per le lampade installate, sovrastimate rispetto alla reale necessità per gran parte della vita della sorgente, con conseguente spreco di energia. Per ovviare al problema, i calcoli tengono conto della funzionalità Constant Lumen Output (C.L.O.) di cui gli apparecchi LED, utilizzati per la riqualificazione del Comune oggetto di intervento, sono dotati.

Questo sistema dosa il flusso luminoso durante tutta la vita della sorgente, in modo che vengano sempre mantenute le condizioni di sicurezza senza però sovra illuminare; prendendo in considerazione l'ammortamento dei lumen, il driver può essere programmato per cominciare a funzionare con un livello ridotto di emissione e quindi aumentare gradualmente la potenza emessa per risultare sempre al di sopra dei livelli minimi necessari.

Di seguito uno schema esplicativo.

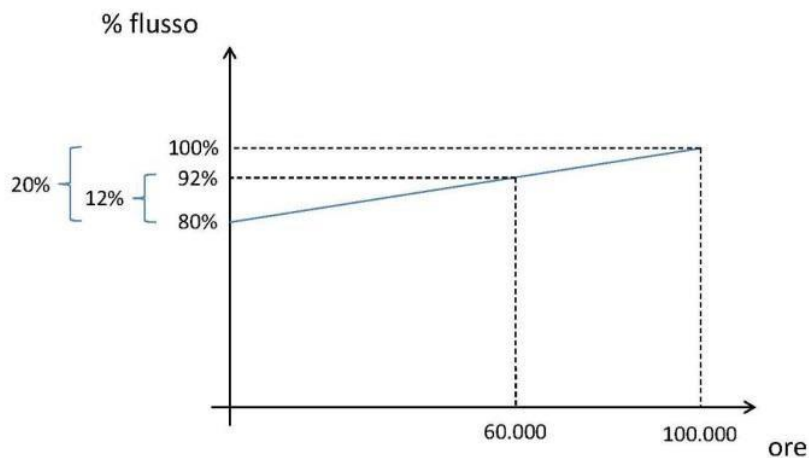


Figura 1 Schema esplicativo CLO

Nel calcolo della potenza assorbita si prenderà pertanto in considerazione non la piena potenza dell'apparecchio ma la potenza calcolata con l'utilizzo di un fattore numerico che simuli quanto descritto sopra.



2 ANALISI BENEFICI AMBIENTALI

2.1 Analisi benefici dell'intervento

Le opere previste per la riqualificazione e l'efficientamento degli impianti, permettono di conseguire diversi risultati immediati ed a medio lungo termine.

In particolare la riqualificazione che avverrà in meno di un anno permetterà di:

- Ristrutturare l'intera rete di IP ormai obsoleta a fronte di una maggiore efficienza generale della stessa di cui beneficerà anche il comune in termini di minori disservizi
- Riduzione considerevole dei costi energetici e manutentivi che copriranno i costi di investimento per la durata dell'appalto ma di cui beneficerà anche il comune alla conclusione dell'appalto con la riduzione considerevole della spesa corrente

Valorizzazione estetica del territorio:

- ▼ sia diurna mediante l'impiego di nuove tecnologie ad elevato valore estetico anche da un punto vista dell'uniformità
- ▼ che notturna adottando temperature di colore differenti e diversificate per ambito d'impiego, per creare percorsi ed aree di aggregazione scegliendo tecnologie della luce più gradevoli e calde
- Introduzione di nuove tecnologie che permettono anche la diffusione di servizi
- Operazione di marketing comunale

In generale le scelte progettuali sono state intraprese al fine di ridurre al minimo l'impatto ambientale dell'impianto d'illuminazione sempre nel rispetto delle normative vigenti e nello specifico:

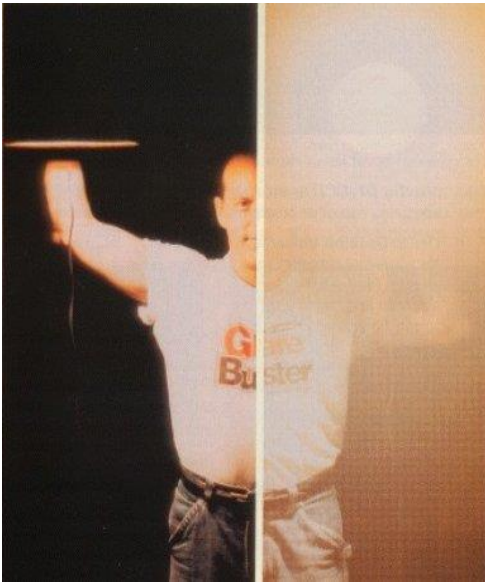
1- Le nuove sorgenti oltre ad essere + efficienti hanno, soprattutto nel centro storico, una elevata resa cromatica e una temperatura di colore ideale che migliora la percezione dei colori, la qualità della visione e della valorizzazione dell'ambiente in cui sono poste,

2- L'utilizzo delle soluzioni a vetro piano riportate, permette inoltre di:

- migliorare il confort visivo,
- aumentare il rendimento,
- ridurre i costi manutentivi (i fenomeni di insudiciamento si riducono fino al 60-70%),
- contengono la riduzione di rendimento nel tempo dell'apparecchio.

3- L'utilizzo di sistemi di regolazione del flusso luminoso in senso intensivo, permette di adeguare l'illuminazione alle effettive esigenze di qualità, sicurezza, confort, risparmio, e a gestire situazioni estemporanee anche di valorizzazione.

4- Le tecnologie sopra riportate, e la progettazione ottimizzata degli impianti d'illuminazione, permette infine di introdurre in modo estensivo una illuminazione più compatibile con l'ambiente notturno e meno invasiva del territorio, riducendo inoltre i fenomeni di inquinamento luminoso.



Effetto psicologico della luce e quantità della luce sull'area

Un impianto d'illuminazione realizzato come da progetto avrà l'effetto psicologico di dare la sensazione di una minore quantità di luce installata come nella fotografia riportata a fianco. Questo si manifesta in quanto la luce non viene indirizzata direttamente negli occhi dell'osservatore o verso l'alto come avviene negli impianti obsoleti riscontrati sul territorio a causa delle inclinazioni degli apparecchi e dei vetri di chiusura bombati o chiusi.

Infatti la prima sensazione psicologica della luce, percepita dagli occhi è una maggiore illuminazione; ma questa è solo una sensazione.

In realtà la situazione è diversa, in quanto i corpi illuminanti utilizzati nel progetto sono a ridotto abbagliamento e questo comporta che il flusso luminoso viene indirizzato solo ove necessario (a terra); il minore abbagliamento migliora in confort visivo e la qualità della visione.

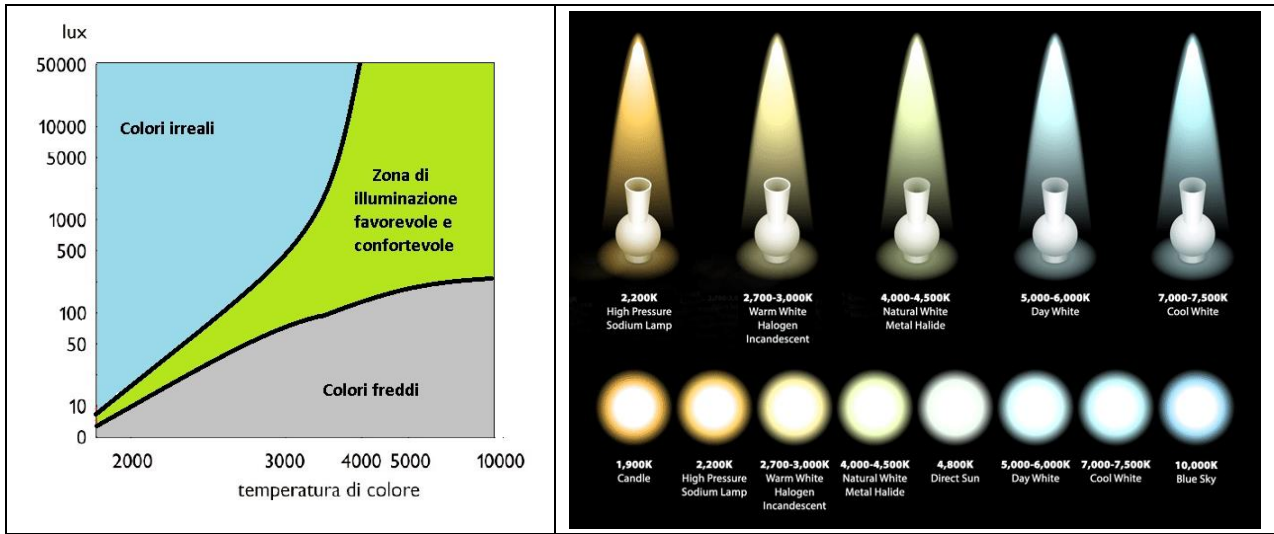
2.2 Compatibilità ambientale della luce e di riduzione dell'inquinamento luminoso

L'ottimizzazione e razionalizzazione degli impianti deve accompagnarsi ad una illuminazione di maggiore qualità e più eco-sostenibile. **Fondamentale risulta la differenziazione del colore della luce applicato ai diversi ambiti in modo da caratterizzare, differenziare e valorizzare tutti quegli elementi che partecipano al contesto visivo (diversamente tutto apparirà piatto ed uguale).** La luce bianca può essere di diversi tipi rispetto a quella che viene denominata come temperatura colore della stessa, più semplicemente ad un'alta temperatura corrisponde una luce bianca fredda ad una bassa temperatura una luce bianca calda.

Le caratteristiche della luce sono orientate a tonalità del colore della luce calda come appunto evidenza lo studio di Kruitoff (di cui si allega il grafico) che evidenzia come a bassi valori di luminanze ed illuminamenti (tipiche dell'illuminazione degli ambienti notturni) la luce più confortevole è quella tipica di toni caldi e tendente a temperature di colore inferiori a 4000K.

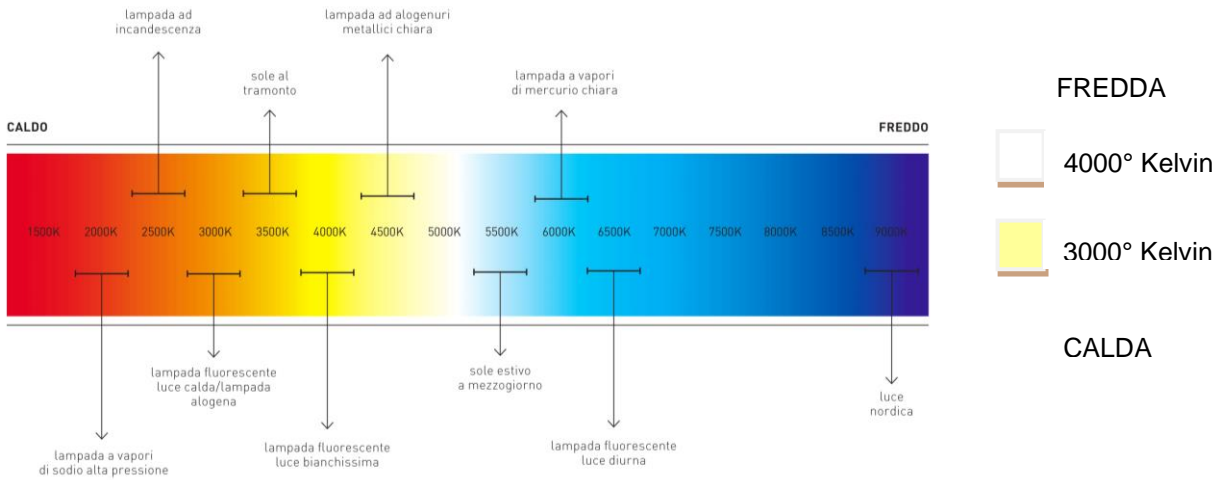
Comune di Missaglia

Affidamento in concessione del servizio di riqualificazione energetica e gestione degli impianti di pubblica illuminazione di proprietà del Comune di Missaglia, ricompresi in un lotto unico, comprensivo di progettazione, realizzazione dei relativi interventi, conduzione e manutenzione



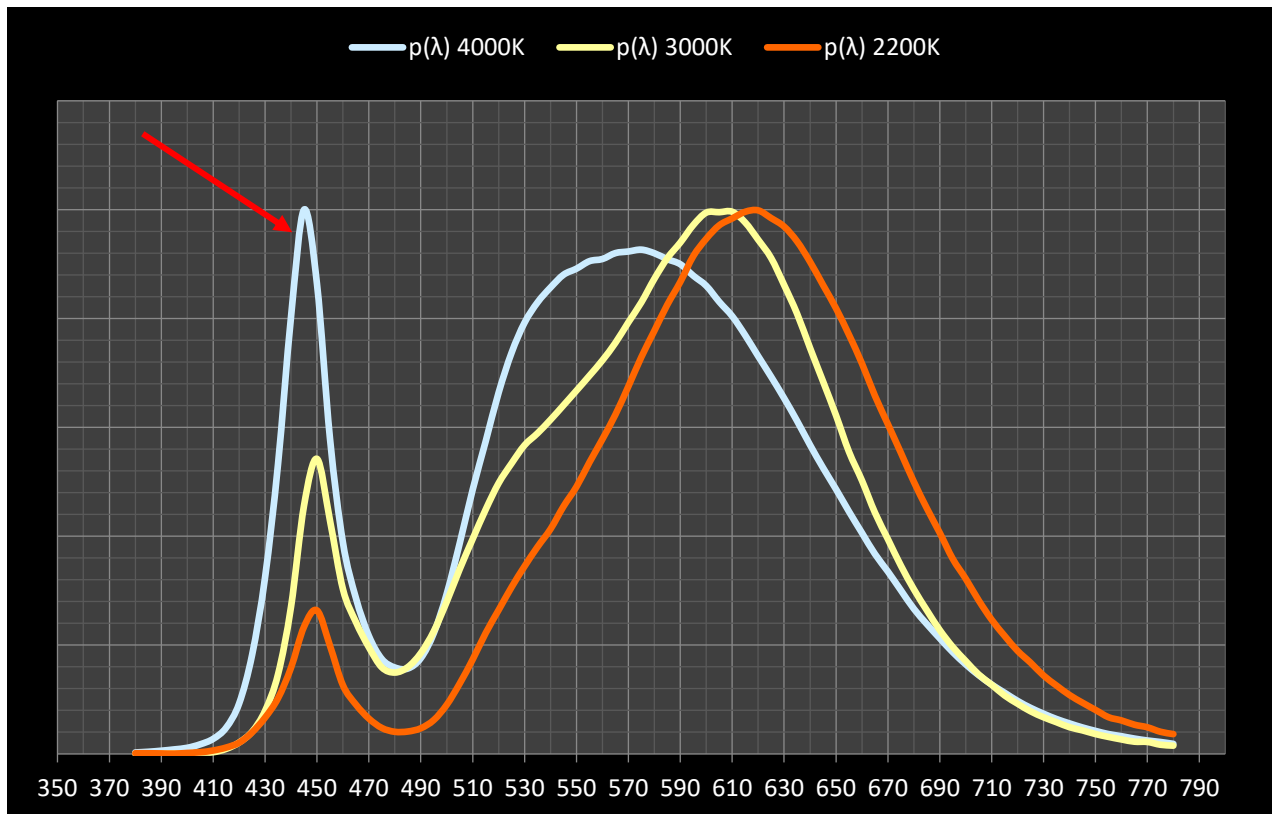
La migliore “luce” per una visione notturna di qualità, confortevole e “d’atmosfera” è quella con temperatura di colore vicina o inferiore a 3000K che verrà impiegata soprattutto negli ambiti pedonali e di aggregazione o del centro storico comunale.

Anche l’immagine sopra riportata relativa alle colorazioni evidenzia come andare oltre i 3000K rende la luce innaturale e di poca “gradevolezza” all’occhio ed alla sensibilità umana.



Utilizzando questa proprietà della luce si propongono 2 differenti temperature da utilizzare per l’illuminazione pubblica, 3000K e 4000K massimo.

Vantaggi dei LED a 3000K per il basso contenuto di “blu”



Il picco nell'emissione blu delle sorgenti a LED da 2200K è quasi nulla ben 4 volte inferiore a quello delle sorgenti a luce fredda da 4000K e la metà di quelle a 3000K

La bassa efficienza delle sorgenti a 2200K le rende sconsigliabili in questo appalto, ma già le sorgenti da 3000K riducono della metà la componente blu della luce sono infatti a maggiore compatibilità ambientale, producono un ridotto inquinamento luminoso ed hanno una ridotta influenza sui ritmi circadiani di uomo e ambiente e ridotti fenomeni di abbagliamento.

Alte componenti di luce blu, come evidenziato in numerose ricerche scientifiche ed anche in trasmissioni televisive come Report di RAI3:

- I led a forte componente blu emettono ad una frequenza tale che interferisce con i ritmi circadiani degli esseri viventi nell'ambiente notturno. Questo comporta numerosi effetti negativi, sulla salute umana, la flora e la fauna, in termini di alterazione metabolica e produzione di melatonina, disturbi del sonno, e riduzione della sensibilità visuale. L'organizzazione mondiale della Sanità ha inserito la luce blu (superiore a 3000-3500K) fra le «possibili» cause di cancro e numerose pubblicazioni scientifiche possibili correlazioni con l'esposizione alla luce blu continua;
- Il cielo diurno è blu perché la luce blu viene diffusa 3-4 volte di più rispetto a quella tendente al giallo; questo comporta che l'inquinamento luminoso, con tutti i suoi effetti negativi, viene amplificato dalla componente blu della luce;
- L'asfalto riflette meno la luce blu infatti la sua riflettanza dell'asfalto è circa la metà del suo valore con la luce blu (e questo peggiora la visione (Ricerche della Nasa - JPL).
- Diversi studi di medicina dimostrano come la capacità della pupilla di raccogliere la luce con l'età diminuisce,

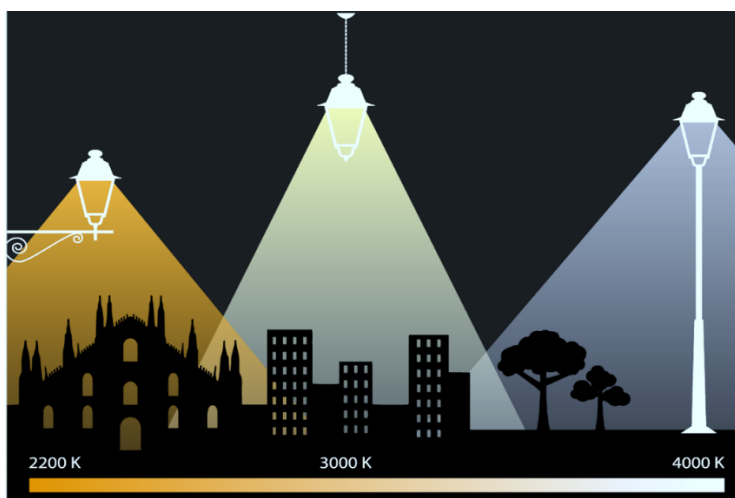


a 65 anni nel caso di luce blu si dimezza. Una persona di una certa età vede peggio con la luce blu dei LED oltre 3000K rispetto al tradizionale sodio (2016 Enciclopedia delle neuroscienze)

- In ultimo la luce blu o fortemente abbagliante contrariamente alla luce delle sorgenti uguali o inferiori a 3000K peggiorano anche la percezione del territorio

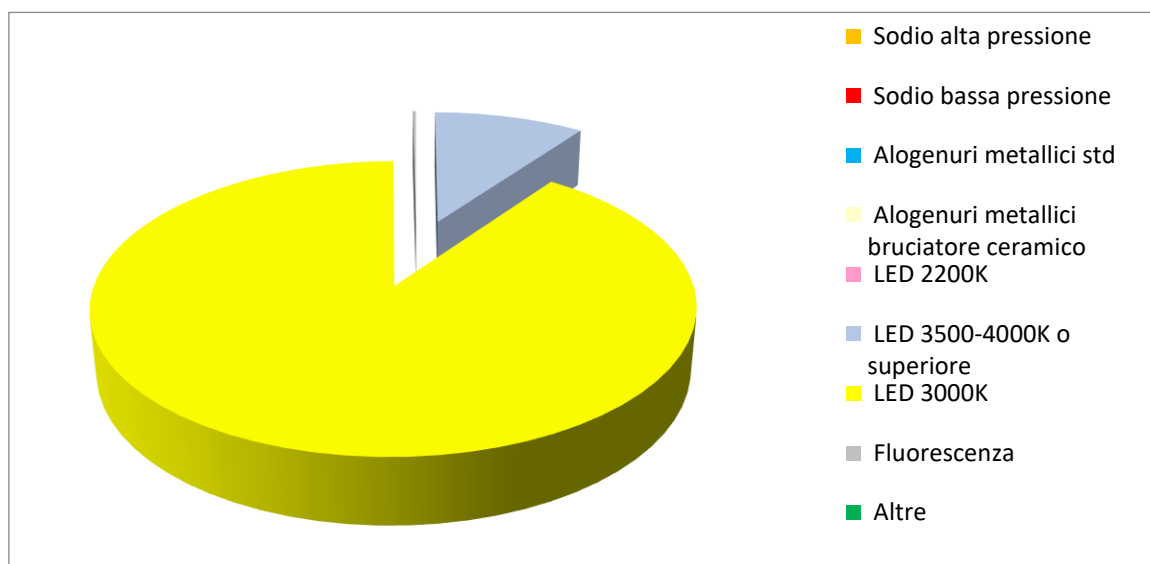
A titolo non esaustivo si legga anche il seguente documento tecnico-scientifico del Comitato Spagnolo dell'Illuminazione che presenta oltre ad adeguati riferimenti tecnici anche un'ampia bibliografia sul tema:
https://www.ceisp.com/fileadmin/user_upload/Riesgos-iluminacion-led.pdf

2.3 Sorgenti luminose oggetto dell'intervento



È evidente come nelle aree a particolare predilezione e di aggregazione e valorizzazione oltre che per creare “percorsi e differenze” sia indiscutibilmente di maggiore qualità, l’impiego delle sorgenti a LED da 3000K

Tipologia di sorgenti luminose POST	Quantità
LED 4000K o superiore	1598
LED 3000K	1046



Le tipologie di sorgenti luminose sono così suddivise, su: 1485

- a LED 4000K o superiore 10,8 %
- a LED 3000K 89,0 %

19 non appaiono in quanto i punti luce sono stati rimossi.



2.4 Risultati della riqualificazione illuminotecnica

Di seguito come variano i principali indicatori dell'illuminazione pubblica comunale.

POTENZE MEDIE INSTALLATE	
PRE intervento	POST intervento
83,1	27,4
INCREMENTO %	
67,1	

kWh MEDI A PUNTO LUCE	
PRE intervento	POST intervento
394	92
RIDUZIONE %	
76,7	

EFFICIENZA MEDIA DELLE SORGENTI	
PRE intervento lm/W	POST intervento lm/W
82	131
INCREMENTO %	
58,9	

FLUSSO LUMINOSO TOTALE INSTALLATO	
PRE intervento lm	POST intervento lm
9925175	5157514
RIDUZIONE %	
48,0	

kWh INSTALLATI PER ABITANTE	
PRE intervento [kWh/ab.]	POST intervento [kWh/ab.]
71	21
RIDUZIONE %	
69,8	

FLUSSO DISPERSO VERSO L'ALTO (INQUINAMENTO LUMINOSO)	
PRE intervento lm	POST intervento lm
571272	0
% ULOR PRE Intervento	% ULOR POST Intervento
5,8	0

ANIDRIDE CARBONICA IMMESSA IN ATMOSFERA ANNUO	
PRE intervento t/anno	POST intervento t/anno
145,9	33,7
RISPARMIO tonnellate di CO2/anno	
112,2	



Questa proposta progettuale di intervento oltre alle immediate ricadute economiche, ha innumerevoli ulteriori vantaggi su territorio, ambiente, qualità della luce, comfort visivo, valorizzazione e miglioramento della sicurezza.

2.5 PRESTAZIONE ENERGETICA E CALCOLO IPEI*

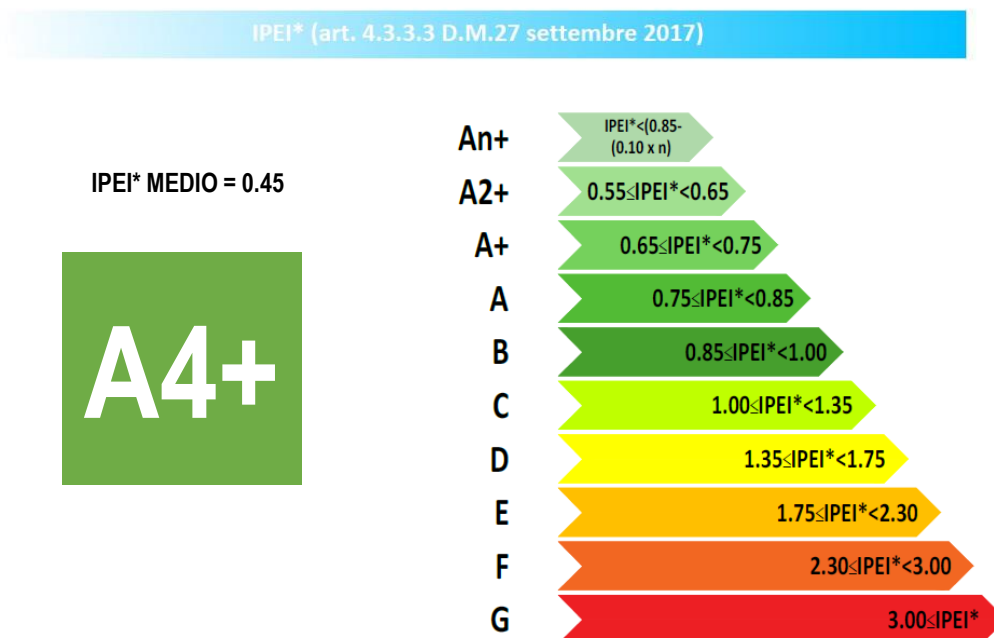
L'impianto di illuminazione pubblica deve avere l'indice IPEI* (Indice parametrizzato di efficienza di impianto) maggiore o uguale di quello corrispondente alla classe B fino all'anno 2020 compreso, a quello della classe A fino all'anno 2025 compreso e a quello della classe A+ a partire dall'anno 2026.

Per il calcolo dell'indice IPEI* non vengono considerate le aree per le quali non è possibile definire una classe illuminotecnica M, C o P di progetto, non vengono altresì considerati gli apparecchi che non superano il 3% del totale dei corpi sul territorio così come tutti gli apparecchi dedicati ad illuminazione monumentale o d'accento come indicato dai CAM (Criteri Ambientali Minimi).

Il calcolo dell'indice IPEI* è quindi legato alla simulazione illuminotecnica nelle diverse zone omogenee di calcolo. Il dettaglio delle zone con i relativi indici è riportato all'interno degli allegati C e D facenti parte del presente fascicolo.

L'indice IPEI* calcolato per il Comune di Missaglia oggetto di riqualificazione è pari a 0.45.

L'indice IPEI* determinato dall'analisi degli ambiti omogenei, risulta quindi conforme a quanto indicato al punto "4.3.3. Prestazione Energetica dell'Impianto" dei C.A.M. "Criteri Ambientali Minimi".





3 RELAZIONE SULLE SCELTE DI COERENZA E COMPATIBILITÀ AMBIENTALE

3.1 Legge regionale n. 31/2015 (Ex. 17/00)

Le nuove scelte progettuali definitive si allineano a quelle del progetto di fattibilità e sono completamente conformi alla L.r. 31/15 da ogni punto di vista. In particolare segue una rapida verifica del rispetto dei concetti fondamentali della L.R.17/00 e succ. integrazioni oggi ancora in vigore sino all'approvazione del regolamento attuativo della L.R.31/15.

3.1.1 REQUISITO 1: controllo emissione diretta verso l'alto

Lr. 17/00, Art.6, comma 2:

" Sono considerati antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico solo gli impianti aventi un'intensità luminosa massima di 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre; gli stessi devono essere equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia; gli stessi inoltre devono essere realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, e devono essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventiquattro, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività. "

DGR 7/6162 – Art.5 “Criteri comuni”, comma 1:

"apparecchi che, nella loro posizione di installazione, devono avere una distribuzione dell'intensità luminosa massima per angoli gamma maggiori di 90°, compresa tra 0,00 e 0,49 candele per 1000 lumen di flusso luminoso totale emesso; a tale fine, in genere, le lampade devono essere recesse nel vano ottico superiore dell'apparecchio stesso;"

I corpi illuminanti prescelti con vetro piano orizzontale sono conformi alla Lr17/00 e succ. integrazioni ed in particolare hanno una emissione massima verso l'alto di 0.49cd/klm a 90° ed oltre. La verifica del conseguimento di tale parametro può essere fatta esaminando i dati fotometrici di cui all' 1.RG-4-A111 - Dichiarazione di conformità dati fotometrici da cui si può desumere che gli apparecchi sono conformi a quanto richiesto dai seguenti passi della legge regionale:

DGR 7/6162 – Art.2 “Le case costruttrici, importatrici, fornitrici”

provvedono a corredare la documentazione tecnica dei seguenti documenti:

- a) il certificato di conformità alla l.r. 17/00, su richiesta del progettista, per il prodotto messo in opera sul territorio della Regione Lombardia;
- b) la misurazione fotometrica dell'apparecchio, sia in forma tabellare numerica su supporto cartaceo, sia sotto forma di file standard normalizzato, tipo il formato commerciale "Eulumdat" o analogo; la stessa deve riportare:
 - la temperatura ambiente durante la misurazione;
 - la tensione e la frequenza di alimentazione della lampada;
 - la norma di riferimento utilizzata per la misurazione;
 - l'identificazione del laboratorio di misura ed il nominativo del responsabile tecnico;
 - le specifiche della lampada (sorgente luminosa) utilizzata per la prova;
 - la posizione dell'apparecchio durante la misurazione;
 - il tipo di apparecchiatura utilizzata per la misura e la relativa incertezza di misura;
 - la dichiarazione dal responsabile tecnico di laboratorio o di enti terzi, quali l'IMQ, circa la veridicità delle misure.

LR17/00 - Art.6, comma 8:



8. Le case costruttrici, importatrici o fornitrici devono certificare, tra le caratteristiche tecniche degli apparecchi commercializzati, la rispondenza del singolo prodotto alla presente legge ed alle norme tecniche di attuazione, corredandolo della dichiarazione di conformità rilasciata da riconosciuti istituti nazionali e internazionali operanti nel settore della sicurezza e qualità dei prodotti e delle aziende, nonché delle raccomandazioni circa la corretta installazione ed uso.

3.1.2 REQUISITO 2: controllo della quantità di luce impiegata

Lr. 17/00, Art.6, comma 2:

“ Sono considerati antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico solo gli impianti aventi un'intensità luminosa massima di 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre; gli stessi devono essere equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia; gli stessi inoltre devono essere realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, e devono essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventiquattro, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività. ”

DGR 7/6162 – Art.5 “Criteri comuni”, comma 1:

- b) *luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non superiore ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza ovvero dai presenti criteri, nel rispetto dei seguenti elementi guida:*
- *calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore della superficie;*
 - *impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interasse dei punti luce;*
 - *mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza, valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m²;*
 - *impiego di dispositivi in grado di ridurre, entro le ore 24.00, l'emissione di luce in misura non inferiore al 30% rispetto alla situazione di regime, a condizione di non compromettere la sicurezza;*
 - *orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione;*
 - *realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN, UNI, NF, ecc. assumendo, a parità di condizioni, i riferimenti normativi che concorrano al livello minimo mantenuta.*

I risultati del progetto illuminotecnico di cui all'2.RS-1– Relazione specialistica di calcolo illuminotecnico, dopo aver definito la classificazione dell'ambito da illuminare (compatibilmente l'analisi dei rischi di cui alla relazione 1.RG-3-A11), rispettano i requisiti minimi delle norme, della legge regionale per il contenimento per l'inquinamento luminoso e per il risparmio energetico ed i parametri di progetto.

Nello specifico trattandosi di impianti esistenti che non prevedono lo spostamento dei punti luce il valore minimo di illuminamento e /o di luminanza si è potuto ottimizzarlo esclusivamente intervenendo sulle potenze installate che come si dimostra nel successivo paragrafo di energy saving sono state fortemente ridimensionate.

Nonostante questo parecchi impianti presentano situazioni di sovradimensionamento rispetto ai “valori minimi” previsti delle norme per la categoria illuminotecnica di progetto.



3.1.3 REQUISITO 3: sorgenti luminose efficienti

Lr. 17/00, Art.6, comma 2:

" Sono considerati antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico solo gli impianti aventi un'intensità luminosa massima di 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre; gli stessi devono essere equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia; gli stessi inoltre devono essere realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, e devono essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventiquattro, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività. "

DGR 7/6162 – Art.5 “Criteri comuni”, comma 1:

"b) lampade ad avanzata tecnologia ed elevata efficienza luminosa, quali al sodio a bassa pressione o al sodio ad alta pressione, in luogo di quelle con efficienza luminosa inferiore. Nei soli casi ove risulti indispensabile un'elevata resa cromatica è consentito l'impiego di lampade a largo spettro, agli alogenuri metallici, a fluorescenza compatte e al sodio a luce bianca, purché funzionali in termini di massima efficienza e minor potenza installata;"

DGR 8950/2007 – Allegato 3:

Le sorgenti luminose che, in corrispondenza dei diversi ambiti, devono essere privilegiate sono:

- a) Stradale: Sodio alta pressione con potenze in relazione alla classificazione illuminotecnica della strada;*
- b) Pedonale: Sodio alta pressione e, in specifici e limitati ambiti, ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza >89 lm/W;*
- c) Impianti sportivi: ioduri metallici tradizionali;*
- d) Parchi, ciclabili e residenziale: Fluorescenza, sodio alta pressione e, in specifici e limitati ambiti, ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza >89 lm/W;*
- e) Monumenti ed edifici di valore storico, artistico ed architettonico: sodio alta pressione nelle sue tipologie o ioduri metallici a bruciatore ceramico con efficienza >89 lm/W in relazione alle tipologie e ai colori delle superfici da illuminare.*
- g) i nuovi impianti d'illuminazione devono possedere i requisiti di cui al capitolo 5 ed essere dotati di sole lampade al sodio ad alta o bassa pressione, ovvero, in caso di materiale impossibilità, di lampade con analoga efficienza, in relazione allo stato della tecnologia e di regolatori di flusso luminoso;*

Il progetto illuminotecnico, utilizza sorgenti conformi alle disposizioni di legge in quanto del tipo:

- **A LED ad elevata efficienza e bassa temperatura di colore compresa fra 3000K e 4000K massima.**
- **L'efficienza media delle sorgenti è superiore a 120lm/W**



3.1.4 REQUISITO 4: ottimizzazione degli impianti

DGR 7/6162 – Art.5 “Criteri comuni”, comma 1:

- c) *luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non superiore ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza ovvero dai presenti criteri, nel rispetto dei seguenti elementi guida:*
- *calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore della superficie;*
 - *impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interasse dei punti luce;*
 - *mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza, valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m²;*
 - *impiego di dispositivi in grado di ridurre, entro le ore 24.00, l'emissione di luce in misura non inferiore al 30% rispetto alla situazione di regime, a condizione di non compromettere la sicurezza;*
 - *orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione;*
 - *realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN, UNI, NF, ecc. assumendo, a parità di condizioni, i riferimenti normativi che concorrano al livello minimo mantenuta.*

Lr. 17/00, Art.10bis, lettera b):

10 bis. *La Regione Lombardia, ai fini del risparmio energetico nell'illuminazione pubblica e privata di esterni:*

c) dispone l'impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica, condizioni ottimali di interesse dei punti luce e ridotti costi manutentivi; in particolare, i nuovi impianti di illuminazione stradali tradizionali, fatta salva la prescrizione dell'impiego di lampade con la minore potenza installata in relazione al tipo di strada ed al suo indice illuminotecnico, devono garantire un rapporto fra interdistanza e altezza delle sorgenti luminose non inferiore al valore di 3.7. Sono consentite soluzioni alternative solo in quanto funzionali alla certificata migliore efficienza generale dell'impianto.

Il progetto si è posto come obiettivo la minimizzazione del fattore di utilizzazione e la minimizzazione delle potenze installate in quanto le interdistanze, le posizioni dei sostegni e le altezze sono predefinite e non modificabili.

Tutti gli impianti che verranno realizzati nuovi avranno le seguenti caratteristiche:

- **stradali con rapporti interdistanze altezze maggiori di 4**
- **Stradali e pedonali d'arredo con rapporti interdistanze altezze maggiori di 3.7**

Per tutti i progetti illuminotecnici di riqualificazione del territorio verrà calcolata la classe energetica dell'impianto d'illuminazione in coerenza con il metodo introdotto nei CAM (Criteri minimi ambientali) del Ministero dell'ambiente e con la nuova norma EN 13021-5.

Potendo agire per il 90% degli impianti esclusivamente sul tipo e sulla potenza della sorgente installata e non sui parametri di configurazione dell'area da illuminare, ovviamente i progetti rispecchieranno i difetti realizzativi iniziali e l'efficienza/risparmio energetico sarà comunque limitato da tali vincoli costruttivi originali.



3.1.5 REQUISITO 5: regolazione del flusso luminoso

Lr. 17/00, Art.6, comma 2:

” Sono considerati antinquinamento luminoso e a ridotto consumo energetico solo gli impianti aventi un'intensità luminosa massima di 0 cd per 1000 lumen a 90° ed oltre; gli stessi devono essere equipaggiati di lampade con la più alta efficienza possibile in relazione allo stato della tecnologia; gli stessi inoltre devono essere realizzati in modo che le superfici illuminate non superino il livello minimo di luminanza media mantenuta previsto dalle norme di sicurezza, qualora esistenti, e devono essere provvisti di appositi dispositivi in grado di ridurre, entro le ore ventiquattro, l'emissione di luci degli impianti in misura non inferiore al trenta per cento rispetto al pieno regime di operatività. ”

DGR 7/6162 – Art.5 “Criteri comuni”, comma 1:

- d) *luminanza media mantenuta delle superfici da illuminare non superiore ai livelli minimi previsti dalle normative tecniche di sicurezza ovvero dai presenti criteri, nel rispetto dei seguenti elementi guida:*
- *calcolo della luminanza in funzione del tipo e del colore della superficie;*
 - *impiego, a parità di luminanza, di apparecchi che conseguano impegni ridotti di potenza elettrica e condizioni ottimali di interasse dei punti luce;*
 - *mantenimento, su tutte le superfici illuminate, fatte salve diverse disposizioni connesse alla sicurezza, valori di luminanza omogenei, non superiori ad 1 cd/m²;*
 - *impiego di dispositivi in grado di ridurre, entro le ore 24.00, l'emissione di luce in misura non inferiore al 30% rispetto alla situazione di regime, a condizione di non compromettere la sicurezza;*
 - *orientamento su impianti a maggior coefficiente di utilizzazione;*
 - *realizzazione di impianti a regola d'arte, così come disposto dalle Direttive CEE, normative nazionali e norme DIN, UNI, NF, ecc. assumendo, a parità di condizioni, i riferimenti normativi che concorrano al livello minimo mantenuta.*

Tutti gli impianti d'illuminazione comunale verranno dotati di sistemi di regolazione del flusso luminoso del tipo punto a punto telecomandati da un sistema di telecontrollo o stand-alone (con calcolo della mezzanotte virtuale).



3.2 CAM 2017-2018

3.2.1 Requisiti puntuali dei CAM

Riassumendo i principali riferimenti del progetto si evidenzia:

- La relazione di cui al successivo capitolo 3 del presente documento evidenzia come le soluzioni tecnologiche previste sono qualificanti per la soluzione Expost e permettono di conseguire un'adeguato livello di qualità e di salvaguardia ambientale
- Le dichiarazioni circa i CAM 2017 presenti nel **1.RG-4-AII2 – Allegato 2 – Dichiarazioni di conformità CAM** garantiscono il rispetto dei prodotti e soluzioni a dotate dei CAM2017
- Le certificazioni degli indici IPEA* di cui al documento **1.RG-4-AII2 – Allegato 2 – Dichiarazioni di conformità CAM** garantiscono elevati standard di efficienza e salvaguardia ambientale a parità di altri parametri
- I calcoli illuminotecnici di cui al documento **2.RS-1– Relazione specialistica di calcolo illuminotecnico** garantiscono il conseguimento dell'Indice IPEI* minimo prescritto dai CAM 2017

Nello specifico:

Il progetto assolve alle esigenze di qualità ambientale espresse nei criteri ambientali minimi adottati con decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare e nello specifico gli impianti ed i prodotti impiegati che costituiscono oltre il 50% dell'intero investimento posto a base d'asta e rispondono ai seguenti elementi del decreto ministeriale in oggetto anche in ottemperanza dell'art. 34, comma 1 e 2 del D.lg. n. 50/2016.

Il progetto è conforme ai CAM – Sett. 2017 (Criteri Minimi Ambientali) e in particolare:

Come specificato al par. 4.3.1.:

- 1- Non sono stati applicati a gallerie, parcheggi privati ad uso privato, aree private a uso commerciale o industriale, campi sportivi, monumenti, edifici, alberi, ecc. (illuminazione artistica) in quanto non sono oggetto di specifica valutazione da parte dei CAM.

Come specificato al par. 4.3.3.1:

- 1- Gli apparecchi illuminanti impiegati nel progetto rispondono al par. 4.2.3 dei medesimi rispettandone le caratteristiche da essi previste,

Come specificato al par. 4.3.3.2:

- 1- Il progetto illuminotecnico è realizzato sulla base della norma UNI 11630 e s. m. i. per quanto conforme alle disposizioni del D.Lgs n.50/2016 e s.m.i.,
- 2- I calcoli illuminotecnici, come evidenziato all' **2.RS-1– Relazione specialistica di calcolo illuminotecnico**, sono realizzati coerentemente con le indicazioni legislative e normative correnti, facendo altresì riferimento a criteri di buona tecnica e progettazione (con rif. UNI11248 e EN13201 2-5) impiegando luminanze medie mantenute di progetto ovvero gli illuminamenti medi mantenuti di progetto non dovranno superare del 20% i livelli minimi previsti dalle norme tecniche di riferimento in funzione dell'ambito considerato compatibilmente con il fatto che gli impianti sono esistenti e fortemente vincolati nella geometria non modificabile dalle condizioni progettuali precedenti all'entrata in vigore di tali criteri,
- 3- gli apparecchi sono previsti installati in posizione orizzontale, ovvero non inclinati,

Come specificato al par. 4.3.3.3, e come evidenziato anche nell' **2.RS-1– Relazione specialistica di calcolo illuminotecnico**



- 1- L'impianto di illuminazione pubblica oggetto del progetto ha complessivamente un indice IPEI maggiore o uguale di quello corrispondente alla classe B (applicabile sino all'anno 2020 compreso),
- 2- Per impianti dedicati all'illuminazione di centro storico con apparecchi artistici la densità di potenza di riferimento impiegata indicata nelle tabelle di calcolo IPEI presenti nei CAM è stata innalzata del 15%.
- 3- Gli impianti che insistono in aree per le quali non è possibile definire una classe illuminotecnica M, C o P di progetto non sono stati applicati i metodi di calcolo IPEI.

Come specificato al par. 4.3.3.4, e come evidenziato anche nel documento [2.RS-4 – Relazione sulle interferenze e disciplinare prestazionale](#) e [1.RG-4 Relazione generale: Schede tecniche esecutive dei materiali selezionati](#):

Il sistema di regolazione del flusso luminoso degli apparecchi di illuminazione previsto nel progetto, presenta le seguenti caratteristiche:

- È posto all'interno dell'apparecchio di illuminazione,
- funziona in modo autonomo, senza l'utilizzo di cavi aggiuntivi lungo l'impianto di alimentazione
- La classe di regolazione è = A1 (Campo di regolazione, espresso come frazione del flusso luminoso nominale da 1,00 a minore di 0,50)

Come specificato al par. 4.3.3.5, e come evidenziato anche nel documento [2.RS-4 – Relazione sulle interferenze e disciplinare prestazionale](#):

Il sistema di telecontrollo e tele gestione degli apparecchi di illuminazione se offerto come migliorativa deve presentare le seguenti caratteristiche, garantisce:

- lettura dell'energia consumata in un periodo, del singolo punto luce o dell'intero impianto,
- invio degli allarmi relativi al superamento di soglie predefinite nelle misure elettriche,
- monitoraggio della corrente di guasto a terra (se significativa),
- programmazione a distanza dei parametri di accensione dell'impianto (se dotato di orologio astronomico) e di regolazione del flusso luminoso (valori massimi e minimi, cicli orari).

Come specificato al par. 4.3.3.6, relativo ai trattamenti superficiali delle apparecchiature impiegate nell'impianto:

- I sostegni e le vernici che verranno impiegate nella riqualificazione verranno scelte conformemente ai CAM, e verranno richieste le certificazioni di cui ai punti 1 e 2;
- I corpi illuminanti nonché sostegni/sbracci di fornitura specifica e coordinata con l'apparecchio illuminante sono stati scelti e inseriti nel progetto in quanto certificazioni dal fornitore circa i requisiti di cui ai punti 1 e 2.

1- I prodotti utilizzati per i trattamenti non contengono:

- Le sostanze soggette a restrizione per gli usi specifici di cui all'art.67 del Regolamento (CE) n. 1907/2006 presenti in Allegato XVII (restrizioni in materia di fabbricazione, immissione sul mercato e uso di talune sostanze, miscele e articoli pericolosi).
- In concentrazioni maggiori a 0,1% p/p, le sostanze incluse nell'elenco delle sostanze candidate di cui all'art. 59 del Regolamento (CE) n.1907/2006 (ovvero le sostanze identificate come estremamente preoccupanti)²⁵ e le sostanze di cui all'art. 57 del medesimo Regolamento europeo (ovvero le sostanze incluse nell'allegato XIV "Elenco delle sostanze soggette ad autorizzazione") iscritte nell'elenco entro la data di pubblicazione del bando di gara²⁶.
- Le sostanze o le miscele classificate o classificabili, ai sensi del Regolamento (CE) n. 1272/2008 relativo alla classificazione, etichettatura e imballaggio delle sostanze e delle miscele, con le seguenti indicazioni di pericolo:
 - ▼ cancerogeni, mutageni o tossici per la riproduzione, categorie 1A, 1B e 2 (H340, H341, H350, H350i,



- H351, H360F, H360D, H361f, H361d, H360FD, H361fd, H360Fd, H360Df)
 - ▼ tossicità acuta, categorie 1 e 2 (H300, H304, H310, H330)
 - ▼ pericoloso per l'ambiente acquatico (H400, H410, H411)
- la verniciatura deve:
 - ▼ avere sufficiente aderenza (conforme a UNI EN ISO 2409 – 1996)
 - ▼ essere resistente a nebbia salina (conforme a ASTM B 117-1997);
 - ▼ essere resistente a corrosione (conforme a UNI ISO 9227 in camera nebbia salina - NSS);
 - ▼ essere resistente a luce (radiazioni UV) (conforme a ISO 11507);
 - ▼ essere resistente a umidità (conforme a UNI EN ISO 6270-1).

Per quanto riguarda ancora gli apparecchi illuminanti - come specificato al par. 4.2.3, su sorgenti e alimentatori per apparecchi illuminanti, si rispettano le indicazioni di cui al cap. 4.1.3 ma in particolare:

- Nello specifico le sorgenti luminose utilizzate nel progetto hanno nel complesso efficiente luminose coerenti con il par. 4.1.3.6 (come anche evidenziano nel **1.RG-4 Relazione generale: Schede tecniche esecutive dei materiali selezionati**). Solo in specifici limitati ambiti del centro storico, e di aree a particolare predilezione pedonale e aggregativa, per favorire una maggiore qualità della luce anche in coerenza con il par. 3.3.2 ultimo capoverso, sono state prescelte sorgenti di minore efficienza ma ridotta componenti nel blu ove possibile inferiore o uguale a 3000K (si vedano i precedenti capitoli di codesta relazione) in quanto a parità di potenza assorbita del modulo LED e di configurazione di progetto (impianto esistente con geometria vincolante) si è assolto alle prescrizioni progettuali illuminotecniche minime di cui al 4.3.3.2.
- Nello specifico gli alimentatori elettronici utilizzati dagli apparecchi di progetto conseguono il rendimento minimo di cui al par. 4.1.3.6 Rendimento degli alimentatori per moduli LED come evidenziano nel **1.RG-4 Relazione generale: Schede tecniche esecutive dei materiali selezionati**

Per quanto riguarda ancora gli apparecchi illuminanti - come specificato al par. 4.2.32-7, su apparecchi, si rispettano le indicazioni di cui al cap. 4.1.3 ma in particolare:

- Tutti gli apparecchi hanno dichiarazione CE e rispettano tali requisiti minimi come evidenziano nel **1.RG-4 Relazione generale: Schede tecniche esecutive dei materiali selezionati:**

Proprietà dell'apparecchio di illuminazione	Valori minimi
IP vano ottico	IP 65
IP vano cablaggi	IP55
Classe intensità luminosa	≥ G*2 ≥ G*3 (per aree verdi)
Resistenza agli urti (vano ottico)	IK06 IK7 (per pedonali e ciclabili)
Resistenza alle sovratensioni in modo comune	4kV

- Tutti gli apparecchi hanno prestazione energetica con indice IPEA uguale o superiore a quello della classe C (fino all'anno 2019 compreso) come evidenziato nel **1.RG-4-all2 – Allegato 2 – Dichiarazioni di conformità CAM.**

Per quanto riguarda il flusso luminoso disperso verso l'alto tutti gli apparecchi nella posizione di installazione hanno emissione verso l'alto inferiore a 0.49cd/klm a 90° ed oltre, in primo luogo in conformità alla L.r. del Molise n. 02/2010 ed in secondo luogo conforme ai CAM –



2107 in quanto prevedono una emissione verso l'alto di molto minore di qualsiasi categoria e prescrizione individuata nel CAM par. 4.2.3.8.

Con riferimento al par. 4.2.3.9 sul fattore di mantenimento del flusso luminoso e sul Tasso di guasto per apparecchi di illuminazione a LED tutti gli apparecchi come evidenziato nel [1.RG-4-all2 – Allegato 2 – Dichiarazioni di conformità CAM](#), rispondono a tali requisiti minimi.

Le SCHEDE TECNICHE DEI PRODOTTI IMPIEGATI, LE RELATIVE DICHIARAZIONI DI CONFORMITA' AI REQUISITI DEI CAM-2017 E DELL'INDICE IPEA* di cui all'Allegato 3 mostrano come nel progetto sono state previsti per i corpi illuminanti specifiche anche di gran lunga migliorative anche rispetto ai requisiti minimi dei CAM in conformità anche con i 4.2.4 e 4.3.4 fra cui quelli più importanti:

- la durata di vista delle sorgenti led
- La protezione contro le sovratensioni

3.2.2 Incrementano i livelli di confort visivo, riducono l'abbagliamento e prevedono un colore di luce adeguata al contesto ed alla riduzione dell'inquinamento (capitolo 4.3.4.2);

Per tutti gli apparecchi funzionali sostituiti (per cui è previsto ai sensi dei CAM la definizione dell'indice IPEA) e quindi dedicati all'illuminazione di strade, piazze, percorsi ciclo-pedonali, parchi, parcheggi, etc..., [l'indice di Abbagliamento G è superiore a quello previsto da CAM e nello specifico G2 e G3 \(nei parchi\)](#).

Consultare le schede tecniche del documento: [1.RG-4 Relazione generale: Schede tecniche esecutive dei materiali selezionati](#).

Molto più importanti, dell'indice G ai fini dell'incrementano dei livelli di confort visivo, della riduzione dell'abbagliamento e della riduzione dell'inquinamento, sono i seguenti elementi:

1- Impiego di apparecchi a vetro piano

Tutti gli apparecchi oggetto del progetto proposto sono a Vetro piano disposto in orizzontale
Consultare le schede tecniche del documento: [1.RG-4 Relazione generale: Schede tecniche esecutive dei materiali selezionati](#).

2- Impiego di temperature di colore calde in ambiti di aggregazione e di tipo a prevalente uso pedonale

Tutti gli apparecchi oggetto del progetto proposto che insistono su aree a prevalente uso pedonale (ciclo-pedonali, centro storico, piazze, parchi, etc...) hanno temperature di colore uguale o inferiore a 3000K coerente anche con i recenti GPP Green Procurement Europei.

Consultare le schede tecniche del documento: [1.RG-2 - Relazione Generale: Descrizione dettagliata del progetto finalizzata alla realizzazione delle opere](#).

3- Rispetto degli indici di abbagliamento "Ti" previsti dalle norme di settore (UNI11248 e EN 13201)

L'abbagliamento ridotto è garantito dai progetti illuminotecnici esecutivi realizzati.

Consultare i progetti illuminotecnici nel documento: [1.RS-1- Relazione specialistica di calcolo illuminotecnico](#).

3.2.3 Riduzione del rischio fotobiologico

Tutti gli apparecchi funzionali (per cui è previsto ai sensi dei CAM la definizione dell'indice IPEA) e quindi dedicati all'illuminazione di strade, piazze, percorsi ciclo-pedonali, parchi, parcheggi, etc... hanno rischio fotobiologico 0. Tutti gli altri apparecchi plafoniere, incassi, architettonici in funzione della loro posizione, orientamento e distanza

Comune di Missaglia

Affidamento in concessione del servizio di riqualificazione energetica e gestione degli impianti di pubblica illuminazione di proprietà del Comune di Missaglia, ricompresi in un lotto unico, comprensivo di progettazione, realizzazione dei relativi interventi, conduzione e manutenzione



dall'osservatore potrebbero avere rischi fotobiologici superiori ma comunque limitati al tipo di applicazione e contesto.

Consultare le schede tecniche e le certificazioni del documento: [1.RG-4 Relazione generale: Schede tecniche esecutive dei materiali selezionati](#).



4 CAM 2018 – INDICI PRESTAZIONALI

4.1 SCHEDA 3 – Indici prestazionali impianto Ex post

Si veda 1.D.1.1 – RELAZIONE TECNICA E STATO DI FATTO per gli indici prestazionali Ex ante.

A - CONOSCENZA DELL'IMPIANTO ex-post			
Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1. rilievo dei punti luce	nessun rilievo	0	
	censimento livello 1 parziale	1	
	censimento livello 1 completo	2	
	censimento livello 2 parziale	4	
	censimento livello 2 completo	6	6
2. rilievo dei quadri di alimentazione	nessun rilievo	0	
	censimento livello 1 parziale	1	
	censimento livello 1 completo	2	
	censimento livello 2 parziale	4	4
	censimento livello 2 completo	6	
3. rilievo delle linee di alimentazione	nessun rilievo	0	
	rilievo parziale	1	1
	rilievo completo	2	
4. rilievo degli ambiti illuminati	nessun rilievo	0	
	rilievo parziale	1	
	rilievo completo	2	2
	Valutazione ottenuta (a)		13
	Valutazione massima (b)		16
	Indice prestazionale base 5 (a/b*5)		4,1

B - CONFORMITA' NORMATIVA ex-post			
Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1. Apparecchi illuminanti (integrità e funzionalità)	a norma meno del 20%	0	
	a norma 20% ÷ 45%	1	
	a norma 45% ÷ 65%	2	
	a norma 65% ÷ 80%	3	
	a norma 80% ÷ 90%	4	
	a norma 90% ÷ 95%	5	
	a norma più del 95%	6	6
2. Apparecchi illuminanti	a norma meno del 45%	0	



Conformità normativa / Leggi Regionali	a norma 45% ÷ 65%	1	
	a norma 65% ÷ 80%	2	
	a norma 80% ÷ 90%	3	
	a norma 90% ÷ 95%	4	
	a norma più del 95%	5	6
3. Sostegni	a norma meno del 45%	0	
(integrità e sicurezza statica)	a norma 45% ÷ 65%	1	
	a norma 65% ÷ 80%	2	
	a norma 80% ÷ 90%	3	
	a norma 90% ÷ 95%	4	
	a norma più del 95%	5	6
4. Quadri di alimentazione	a norma meno del 50%	0	
(integrità e sicurezza elettrica)	a norma 50% ÷ 65%	1	
	a norma 65% ÷ 80%	2	
	a norma 80% ÷ 95%	3	
	a norma più del 95%	4	6
5. Alimentazione	a norma meno del 50%	0	
(promiscuità e carichi esogeni)	a norma 50% ÷ 75%	1	
	a norma 75% ÷ 90%	2	
	a norma più del 90%	3	6
6. Cavidotti	a norma meno del 75%	0	
(integrità e agibilità)	a norma più del 75%	1	1
7. Linee di alimentazione e giunzioni	a norma meno del 90%	0	
	a norma 90% ÷ 95%	1	
	a norma 95% ÷ 97%	2	
	a norma 97% ÷ 99%	3	
	a norma più del 99%	4	6
	Valutazione ottenuta (a)		37
	Valutazione massima (b)		28
	Indice prestazionale base 5 (a/b*5)		6,6



C - RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA ex-post			
Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1. Indice IPEA* medio	Indice IPEA* G o NC	0	
	Indice IPEA* F	0	
	Indice IPEA* E	0	
	Indice IPEA* D	0	
	Indice IPEA* C	1	
	Indice IPEA* B	2	
	Indice IPEA* A	3	
	Indice IPEA* A+	4	
	Indice IPEA* A++	5	
		Indice IPEA* A3+ o superiore	6
2. Indice IPEI* medio	Indice IPEA* G o NC	0	
	Indice IPEA* F	0	
	Indice IPEA* E	0	
	Indice IPEA* D	0	
	Indice IPEA* C	0	
	Indice IPEA* B	1	
	Indice IPEA* A	3	
	Indice IPEA* A+	4	4
	Indice IPEA* A++	5	
		Indice IPEA* A3+ o superiore	6
3. Sistemi di riduzione di flusso	su meno del 5% dei PL	0	
	su 5-50% dei PL	1	
	su 50-75% dei PL	3	3
	Valutazione ottenuta (a)	11	
	Valutazione massima (b)	15	
	Indice prestazionale base 5 (a/b*5)		3,7



D - RIQUALIFICAZIONE URBANA ex-post			
Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1. Integrazione con strumenti di pianificazione	No	0	0
	Piano della Luce parziale	2	
	Piano della Luce completo	3	3
2. Adozione all'interno di regolamento Edilizio o Urbanistico di norme riguardanti l'illuminazione	No	0	0
	Si	2	
3. Analisi e mitigazione degli effetti di abbagliamento molesto o illuminazione intrusiva	No	0	
	Si	2	2
4. Analisi impatto sociale illuminazione	No	0	
	Si	2	2
5. Caratterizzazione delle aree a valenza architettonica ed urbana con progetti ad hoc	su meno del 5% delle aree	0	
	su 5% ÷ 50% delle aree	1	
	su 50% ÷ 75% delle aree	2	
	su più del 75% delle aree	3	3
6. Adozione di parametri di qualità per la progettazione dell'impianto, come colore della luce, resa cromatica diffusione luminosa, ecc.	su meno del 5% dei PL	0	
	su 5% ÷ 50% dei PL	1	
	su 50% ÷ 75% dei PL	2	
	su più del 75% dei PL	3	3
7 Utilizzo professionisti illuminotecnici urbanistici, ambientali, ecc. coordinati fra loro	No	0	
	Si	3	3
	Valutazione ottenuta (a)	16	
	Valutazione massima (b)	18	
	Indice prestazionale base 5 (a/b*5)	4,4	



E - SISTEMI INTELLIGENTI ex-post			
Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1. Implementazione telecontrollo	nessun quadro o nessun punto luce	0	
(monitoraggio da remoto dei quadri o dei punti luce)	su almeno il 25% dei PL o su almeno il 50% dei quadri di alimentazione	1	
	su almeno il 50% dei PL o su almeno il 75% dei quadri di alimentazione	2	2
	su almeno il 75% dei PL	3	
2. Implementazione telegestione	nessun quadro	0	
(gestione da remoto dei quadri o dei punti luce)	gestione di almeno il 50% dei quadri di alimentazione	1	
	gestione di almeno il 50% dei PL o almeno il 75% dei quadri di alimentazione	2	
	gestione di almeno il 50% dei PL ed il 100 % dei quadri di alimentazione	4	4
3. Regolazione dei punti luce	Nessuna regolazione	0	
	regolazione stand-alone attraverso profili preimpostati	1	
	regolazione attraverso profili riprogrammabili da quadro o per singolo punto	2	2
	regolazione TAI o FAI adattiva	4	
4. Servizi a valore aggiunto	Nessuna Possibilità di aggiungere servizi a valore aggiunto su impianto IP	0	
	Possibilità di aggiungere servizi a valore aggiunto su impianto IP ma nessun servizio	1	
	Implementazione di servizi a valore aggiunto in alcune parti del territorio	2	2
	Implementazione di servizi a valore aggiunto diffusi su tutto il territorio	3	
5. Integrazione dei servizi a valore aggiunto	Nessuna Integrazione	0	0
	Utilizzo del sistema di alimentazione degli impianti di IP	1	
	Utilizzo di sistema di alimentazione autonomo	3	



6. Scalabilità	Nessuna scalabilità dei servizi	0	
	Utilizzo di protocollo di comunicazione chiuso	1	1
	Utilizzo di protocollo di comunicazione aperto e mappe di memoria aperte per i dispositivi IP	3	
7. Interoperabilità	Nessuna Possibilità di Integrazione	0	
	Possibilità di Integrazione con sensoristica ad hoc, ma ancora Nessuna realizzazione	1	
	Integrazione con sensoristica ad hoc in alcune parti del territorio	2	2
	Possibilità di Integrazione con qualsiasi tipo di dispositivo e/o sensore, anche già presente sul territorio ma ancora Nessuna realizzazione	2	
	Integrazione con sensoristica ad hoc diffusa in tutto il territorio	3	
	Integrazione con dispositivi e/o sensori già presenti in alcune parti del territorio	4	
	Integrazione con dispositivi e/o sensori già presenti in tutto il territorio	5	
	Valutazione ottenuta (a)		13
	Valutazione massima (b)		25
	Indice prestazionale base 5 (a/b*5)		2,6



F - GESTIONE ex-post			
Tipologia	Descrizione	Punteggio	Valutazione
1. Livello di gestione	Al di sotto del Livello 1	0	
	Livello 1 o comparabile	2	
	Livello 2 o comparabile	5	
	Livello 3 o comparabile	9	9
2. Manutenzione	Man. str. cons. assente	0	
	Man. str. cons. parziale	1	
	Man. str. cons. completa	3	3
3. Call center	Nessuno	0	
	Call center 12h	1	1
	Call center 24h	2	
4. Gestione sinistri	Nessuna	0	
	gestione completa	2	2
5. Reperibilità e pronto intervento	Nessuno	0	
	reperibilità e pronto intervento	2	2
6. Sistema informativo	Nessuno	0	
	Livello base	1	
	Livello avanzato	2	2
7. Energy management	Nessuno	0	
	Audit energetico annuale sull'andamento dei consumi	1	
	Audit energetico annuale sull'andamento dei consumi e proposte di riqualificazione energetica	3	3
8. Database e sistema cartografico	Nessuno 0	0	
	Aggiornamento informazioni del Dbase	1	
	Aggiornamento informazioni del Dbase e georeferenziazione dei componenti	2	2
	Valutazione ottenuta (a)	24	
	Valutazione massima (b)	25	
	Indice prestazionale base 5 (a/b*5)	4,8	



RIASSUNTO INDICI PRESTAZIONALI Ex Post	
A - CONOSCENZA DELL'IMPIANTO	4,1
B - CONFORMITA' NORMATIVA	6,6
C - RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA	3,7
D - RIQUALIFICAZIONE URBANA	4,4
E - SISTEMI INTELLIGENTI	2,6
F - GESTIONE	4,8
TOTALE	20,6

