



Proposta per un modello condiviso di Certificati Energetici per apparecchi illuminanti e impianti di Pubblica Illuminazione

Ideazione e sviluppo: **Dott. ing. Matteo Seraceni**

Revisione 0 del 03/05/2010

Revisione 1 del 01/11/2010

Revisione 2 del 31/03/2011

Promosso e condiviso da:



Questa pagina è intenzionalmente lasciata bianca

**Proposta
per un modello condiviso
di Certificati Energetici
per apparecchi illuminanti
e impianti di Pubblica Illuminazione**

Hera Luce srl
Via Due Martiri, 2 - 47030 SAN MAURO PASCOLI (FC)
Capitale Sociale € 1.000.000, i.v.
C.F./P.IVA e Registro Imprese di Forlì-Cesena 02074861200
Società soggetta alla direzione ed al coordinamento di Hera spa con sede in Bologna
Telefono 0541 908911

Questa pagina è intenzionalmente lasciata bianca

INDICE

1.	Premessa.....	1
2.	I vantaggi derivanti dall'introduzione di criteri di efficienza energetica	3
3.	Obiettivi e valutazioni per l'adozione di criteri energetici nella P.I.	6
4.	Descrizione dei criteri energetici utilizzati	11
4.1	Rendimento globale di un apparecchio illuminante	12
4.2	Indice di efficienza energetica degli impianti di Pubblica Illuminazione.....	22
5.	Redazione delle schede di Certificazione Energetica	31
5.1	Attestato di certificazione energetica di un apparecchio illuminante	32
5.2	Attestato di certificazione energetica per un impianto di Pubblica Illuminazione.....	40
6.	Conclusioni	52

Questa pagina è intenzionalmente lasciata bianca

1. Premessa

Nel dicembre 2008 la Comunità Europea ha raggiunto l'accordo sul pacchetto clima ed energia denominato "20-20-20": questo programma prevede, entro il 2020, la riduzione del 20% delle emissioni di gas serra, l'aumento dell'efficienza energetica del 20% e il raggiungimento della quota del 20% produzione di energia da fonti alternative. Inoltre la crescente attenzione nei confronti del consumo di energia derivante dall'uso di apparecchiature elettriche e di illuminazione è stata dimostrata ad esempio dai **regolamenti n. 244/2009/CE e n. 245/2009/CE**, che definiscono le specifiche per la progettazione ecocompatibili delle lampade.

Queste azioni, derivate dalla **direttiva EuP 2005/32/CE** sulla promozione di azioni di ecodesign sugli *Energy Using Product*, hanno lo scopo di integrare, nella fase progettuale, considerazioni di carattere ambientale, secondo i principi della strategia IPP (*Integrated Product Policy*). L'approccio IPP è basato su: considerazione del ciclo di vita utile, collaborazione con il mercato (attraverso l'utilizzo di incentivi), coinvolgimento delle parti interessate, miglioramento continuo e molteplicità degli strumenti di azione.

Secondo quanto definito sopra, in un'ottica di risparmio energetico e sostenibilità ambientale HERA Luce propone una serie di strategie legate all'adozione delle "migliori tecniche disponibili" sul mercato (o BAT, acronimo di *Best Available Technology*) che, come definite nella **direttiva 96/61/CE** successivamente abrogata dalla **direttiva 2008/1/CE**, sono "la più efficiente e avanzata fase di sviluppo di attività e relativi metodi di esercizio indicanti l'idoneità pratica di determinate tecniche a costruire, in linea di massima, la base dei valori limite di emissione intesi ad evitare oppure a ridurre in modo generale le emissioni e l'impatto sull'ambiente nel suo complesso".

In questo momento è necessario promuovere un *Benchmarking* energetico ed ambientale legato alla Pubblica Illuminazione; il *Benchmarking* viene definito come un processo sistematico e continuo di comparazione delle performance di organizzazioni, funzioni e processi rispetto alle eccellenze a livello internazionale, non solo al fine di eguagliare questi livelli di prestazione, ma di superarli. Tale attività, fondamentale per garantire una gestione strategica adeguata, si sviluppa in due dimensioni: quella della misurazione delle performance (attraverso i parametri indicati dalle schede proposte) e quella dell'identificazione delle *Best Practices* (che verranno discusse assieme ai produttori al fine di aumentare le prestazioni di apparecchi ed impianti).

Per far questo, all'intero del lavoro svolto sulla ricerca e l'efficientamento dei sistemi di Pubblica Illuminazione, ho sviluppato per HERA Luce due diverse schede di certificazione, una riferita agli apparecchi illuminanti e l'altra riferita agli impianti di illuminazione, che definiscono una classe energetica di confronto in relazione alle norme tecniche in vigore e a requisiti prestazionali definiti sulla logica delle *Best Available Technologies*.

Ai fini di una gestione ottimale degli impianti di Pubblica Illuminazione, una delle sfide per il prossimo futuro è quella di riuscire ad implementare logiche ambientali all'interno delle Pubbliche Amministrazioni: utilizzando il loro potere d'acquisto per scegliere beni e servizi che rispettino anche l'ambiente, possono contribuire in misura notevole al raggiungimento dello sviluppo sostenibile.

Le iniziative di *Green Procurement* sono una delle risposte del mercato alla sfida della sostenibilità: in questi casi viene data preferenza al bene che presenta una "preferibilità ambientale", intesa come un carico minore in comparazione con beni analoghi; in base a queste indicazioni la **direttiva 2004/17/CE** e la **direttiva 2004/18/CE**



sugli appalti consentono esplicitamente agli enti aggiudicatari di scegliere specifiche basate su norme tecniche o su requisiti basati sulle prestazioni.

Queste schede possono promuovere un circolo virtuoso che coinvolga le Amministrazioni, i Gestori ed i Produttori, ai fini di implementare iniziative di *Green Public Procurement* anche per la Pubblica Illuminazione.

Il presente documento è **destinato unicamente alle applicazioni di illuminamento tecnico per gli esterni** e quindi a ciò che comunemente viene ricondotto sotto il termine “pubblica illuminazione”, composta da quegli oggetti atti ad illuminare gli spazi pubblici di cui le municipalità si fanno carico e quindi strade, parchi, giardini, ecc.

2. I vantaggi derivanti dall'introduzione di criteri di efficienza energetica

Fino a poco più di dieci di anni fa, il mercato dell'illuminazione tecnica presentava poche tipologie di apparecchi illuminanti, con fasce di costo determinate prevalentemente dai materiali utilizzati e dalla maggiore o minore marginalità definita dai singoli produttori, in base alla notorietà del proprio marchio.

In seguito, ancor prima dell'introduzione della tecnologia LED, tale mercato è stato minato dall'introduzione di prodotti di dubbia qualità e dalla sempre minore trasparenza offerta da produttori ed associazioni (oltre a strategie più aggressive come concausa va annoverata l'emanazione di nuove leggi regionali e nazionali diverse fra loro e spesso non omogenee).

Per questi motivi, **la scelta di un prodotto di illuminazione, se un tempo poteva basarsi su conoscenze minime e condivise, oggi va ricondotta a specifici parametri tecnici.**

L'introduzione di nuove tecnologie ha peggiorato ulteriormente questa situazione: da una parte si sono affacciati sul mercato produttori, storicamente non legati al settore illuminotecnico e spesso non qualificati, dall'altra i parametri di valutazione e le conoscenze necessarie sono aumentati esponenzialmente.

Da diverso tempo inoltre vediamo comparire sulle pagine dei giornali o sul web proclami mirabolanti riferiti a risparmi immediati grazie all'introduzione di tecnologie di ultima generazione; il tutto viene alimentato dalle strette economiche cui sono state sottoposte le Amministrazioni pubbliche e che fanno sperare in qualche soluzione miracolosa capace di risollevare le proprie finanze.

Qualsiasi tecnologia però presenta pregi e difetti e, come è naturale, difficilmente l'evoluzione tecnologica può portare ai risparmi così differenti in così breve tempo. Inoltre non è possibile effettuare valutazioni economiche slegate dal contesto: ogni impianto di illuminazione costituisce un argomento a se stante e quindi sarebbe opportuno confrontare sempre le migliori tecnologie disponibili oggi con la situazione attuale (è poi naturale che qualsiasi ristrutturazione di un impianto progettato male e sovradimensionato può portare a dei risparmi, indipendentemente dalla soluzione utilizzata).

Inoltre occorre entrare nell'economia specifica di ogni proposta: difficilmente si comprende che **un impianto presente sul territorio è un costo irrecuperabile (*sunk cost*) e pertanto non rilevante ai fini di una decisione razionale; le decisioni vanno prese unicamente sul confronto fra nuove tecnologie disponibili e all'eventuale ritorno nel tempo di questo investimento.**

George Akerlof (premio nobel per l'economia nel 2001), nel suo articolo *"The markets of lemon: quality uncertainty and the market mechanism"*, descrive come l'interazione fra una qualità eterogenea dei prodotti offerti e un'asimmetria informativa tra gli attori coinvolti (cioè in cui una parte degli agenti interessati ha maggiori informazioni rispetto al resto dei partecipanti e può trarre un vantaggio da questa configurazione) conduca alla scomparsa di un mercato.

Nel modello descritto, presupposto che la qualità dei prodotti non possa essere valutata dall'acquirente (a causa dell'asimmetria informativa), il venditore è incentivato a proporre beni di bassa qualità spacciandoli come di qualità elevata. L'acquirente, d'altro canto, tiene in considerazione questo comportamento del venditore e stabilisce che l'effettiva qualità del bene proposto resti sconosciuta. Sarà valutata solo la qualità media del bene. Ciò sta a

significare che **tutti quei prodotti il cui livello qualitativo è sopra la media saranno esclusi dal mercato**. Questo comportamento si ripete finché non si raggiunge un equilibrio del non scambio.

La conseguenza del meccanismo descritto nell'articolo è che i mercati, nelle situazioni in cui la qualità è un dato incerto, cessano definitivamente di esistere. Fra gli esempi rientra quello del mercato delle auto usate, la mancanza di mercati ufficiali di credito per i paesi in via di sviluppo e l'indisponibilità di assicurazioni sanitarie per gli anziani (in assenza di programmi governativi).

Uno dei pericoli principali nel mercato dell'illuminazione pubblica risiede nella totale assenza di controlli prestazionali. In genere gli acquirenti, con un'informazione incompleta, sono contrattualmente deboli, e pertanto le norme dovrebbero proteggerli rendendo illegale la vendita di prodotti di scarsa qualità o la pubblicità ingannevole. Ad oggi non esistono norme di questo tipo ed inoltre molti programmi di standard utilizzano una valutazione solamente tra l'alta e la bassa qualità, sebbene la qualità vari in modo continuo: tali standard incoraggiano la produzione di beni che presentano la più bassa qualità possibile (e i relativi costi di produzione) oppure il livello minimo di qualità necessario per ottenere la valutazione più elevata.

Il metodo da noi proposto, su base volontaria, è quindi orientato ad appianare questa asimmetria, ed è a tutti gli effetti una "certificazione energetica", ovvero un attestato che accerta il valore assoluto del livello prestazionale del sistema considerato, basato su parametri oggettivi, legati alle caratteristiche delle singole componenti ed indipendenti dalle situazioni contingenti in cui si vengono a trovare.

Storicamente, i programmi nazionali di etichettatura ecologica si sono sviluppati in seguito alle crisi petrolifere degli anni '70 al fine di arginare il dilagare confuso di marchi energetici "autocertificati" e per favorire la diffusione di corrette informazioni ai consumatori; le prime forme di etichettatura di efficienza energetica furono introdotte in Canada, Stati Uniti ed Europa (con la **direttiva 79/530/CEE**) per gli apparecchi domestici e si diffusero poi nel resto del mondo.

Successivamente in Europa con la **direttiva 92/75/CEE** si è introdotto un Sistema di Etichettatura Energetica di tipo obbligatorio in grado di fornire indicazioni sui consumi energetici e sulle risorse essenziali impiegate, oltre che informazioni complementari inerenti il funzionamento delle apparecchiature stesse. Contemporaneamente negli Stati Uniti è stato ideato un Marchio di Efficienza Energetica tra i più importanti a livello internazionale applicabile a computer e monitor, l'Energy Star Program.

Agli inizi degli anni '90 l'Unione Europea ha focalizzato la propria attenzione sull'adozione di uno schema per la certificazione della qualità ecologica dei prodotti, noto come Ecolabel, che rappresenta un sistema volontario di Etichettatura Ambientale di 1° tipo. Recentemente lo scenario di riferimento dell'*energy labelling* si è arricchito di ulteriori iniziative, coinvolgendo non solo il settore di apparecchiature domestiche e dell'Information & Communication Technology, ma anche il settore dell'edilizia. Dopo i vari programmi "pilota" di certificazione volontaria, quali il marchio "Sistema Edificio" proposto nel 2004 dall'Istituto Certificazione e Marchio Qualità e l'iniziativa di certificazione obbligatoria "Casa Clima" della Provincia autonoma di Bolzano, la certificazione energetica degli edifici è diventata un obbligo dettato dal **D.lgs. 192/2005** (modificato ed integrato dal **D.lgs. 311/2006**), a cui si sono affiancate norme locali che – nell'ambito delle ampie previsioni della legge nazionale -

prevedono la valutazione del comportamento energetico degli edifici, sia per nuove costruzioni, sia per gli altri interventi edilizi di riqualificazione.

L'introduzione di criteri energetici all'interno del mercato immobiliare, in un periodo di crisi economica, rappresenta un esempio valido di come tali principi possono agevolare la ripresa di un settore in crisi e caratterizzare le iniziative più recenti di sviluppo: oltre agli indiscutibili vantaggi per l'ambiente e la vivibilità, la bio-edilizia regala anche numerose opportunità di rilancio del mercato. Inoltre sono una garanzia di minore consumo e minori costi di manutenzione e quindi di una maggiore efficienza prestazionale, nonché presupposto di un consolidamento dei livelli di qualità della vita.

Così come sta succedendo per l'edilizia, anche negli altri settori la certificazione energetica identifica quel plus-valore che può risultare determinante per la qualificazione e promozione dei futuri produttori.

Purtroppo ancora oggi i benefici derivanti dall'efficienza energetica sono frenati da diverse barriere che ne limitano la loro diffusione.

La prima di queste è rappresentata dalla difficoltà per l'utente finale di seguire l'evoluzione tecnologica o comunque di valutare in maniera adeguata le differenze fra le diverse tecnologie a disposizione; questo porta ad indirizzare il suo interesse primario verso scelte particolari ma non fondamentalmente efficienti. Di conseguenza l'utente finale, distratto da altri elementi di valutazione, è ignaro di quanto consuma e di quanto potrebbe risparmiare dal punto di vista energetico e monetario.

La seconda barriera è costituita dalla razionalità non economica del consumatore: a dispetto della teoria secondo la quale il consumatore razionale sceglie il bene che costa meno sull'intero ciclo di vita, da diversi studi risulta che quasi mai egli attui un calcolo di questo tipo e pertanto l'acquisto viene deciso unicamente su impressioni momentanee e a breve termine. In aggiunta a questo esiste la difficoltà per i produttori di giustificare gli extracosti dovuti a tecnologie più efficienti, che quindi vengono accantonate ancora prima di valutare gli effettivi costi e benefici.

Un'altra barriera è costituita dalla mancanza di formazione da parte dei tecnici, cui si aggiunge talvolta l'inerzia professionale: mentre la comunità europea si sta indirizzando verso analisi del *Life Cycle Cost* dei vari prodotti, la progettazione si svolge ancora su metodi empirici e su procedure consolidate piuttosto che sull'evoluzione normativa e tecnologica dei vari settori.

La normativa italiana prevede una serie di specifici strumenti - la Certificazione energetica, il Contratto servizio energia, i Certificati bianchi, il Conto energia per il fotovoltaico, le Esco - pensati per favorire la realizzazione di interventi migliorativi dell'efficienza energetica, ma l'uso improprio o i tempi troppo lunghi della loro applicazione ostacolano la piena realizzazione degli interventi, che risultano rallentati o del tutto impediti.

La diffusione di criteri di efficienza energetica deve rappresentare quindi un impegno costante, al fine di garantire la penetrazione in tutti i campi di questo tipo di logica.

Data l'importanza ed il peso economico che riveste la Pubblica Illuminazione nei bilanci pubblici, appare di estrema urgenza definire anche per questo settore dei criteri che possano guidare le Amministrazioni nella scelta dei sistemi più efficienti e quindi all'acquisto e alla ristrutturazione secondo logiche di *Benchmarking*.

3. Obiettivi e valutazioni per l'adozione di criteri energetici nella P.I.

La recente crisi economica e l'innalzamento del costo dell'energia hanno portato alla luce gravi problemi strutturali che affliggono il settore della Pubblica Illuminazione: ad oggi le logiche di acquisto non sempre sono tese al miglioramento degli impianti esistenti e al risparmio energetico; inoltre anche i nuovi impianti installati appartengono più al campo del gusto soggettivo che a logiche serie di rispondenza alle esigenze di illuminazione. Ad aggravare la situazione contribuisce l'insufficienza delle corrette informazioni a disposizione degli Amministratori, che per svolgere il loro mandato non debbono essere preparati ad affrontare ogni materia tecnica con rigore scientifico, e pertanto non riescono a discernere in maniera appropriata i dati forniti dai vari costruttori: risulta così abbastanza facile vendere prodotti non competitivi a livello di mercato, facendo leva sulla confusione degli interlocutori.

Gli amministratori difficilmente sono preparati e possono conoscere e discernere in maniera appropriata i dati forniti



Flusso luminoso ?
Alimentatore elettronico ?
Manutenzione ?

Allo stesso modo spesso i produttori di apparecchi luminosi (soprattutto coloro che non hanno un background solido nel settore della pubblica illuminazione) non fanno nulla per agevolare le scelte dei non addetti ai lavori; inoltre a volte presentano dati di difficile comprensione e verifica, se non volutamente esagerati.

I produttori d'altro canto sono molto abili nel far tornare i conti a proprio favore, sorvolando sulle caratteristiche negative



Declassamento !
400W SAP – 100W LED !
150.000 ore !

Questo stato di cose si traduce in un'estrema aleatorietà nella scelta dei nuovi impianti di pubblica illuminazione e delle logiche di ristrutturazione dell'esistente: quello che dovrebbe essere un campo legato a rigorose analisi energetiche e a calcoli illuminotecnici dettati da norme cogenti sulla materia, spesso viene trattato in maniera superficiale.

Per far fronte all'impellenza di un quadro chiaro e condiviso di principi che possano regolamentare il settore della Pubblica Illuminazione, HERA Luce – in quanto soggetto privilegiato e costantemente a contatto con la realtà del settore – propone quindi di soddisfare attraverso i certificati energetici proposti i seguenti obiettivi:

- tradurre i dati tecnici e quindi i criteri qualitativi relativi ad un impianto di Pubblica Illuminazione in indicatori di facile lettura;
- favorire i prodotti con caratteristiche migliori, che oggi spesso non trovano una reale corrispondenza con le aspettative del mercato per mancanza di informazione;
- promuovere, in un'ottica di *Green Public Procurement* a favore delle Pubbliche Amministrazioni, sistemi di illuminazione ottimali in ambito energetico, economico e tecnologico e quindi disincentivare i prodotti scadenti;
- fornire uno strumento utile e pratico, capace di aiutare i tecnici in un ambito estremamente specifico, come quello della Pubblica Illuminazione.

La domanda fondamentale a questo punto risulta: "Come far fronte a queste esigenze in maniera semplice ed efficace?".

L'idea per l'introduzione di criteri energetici in ambito della Pubblica Illuminazione mi è venuta allorché mi sono ritrovato a dover acquistare nuovi elettrodomestici per la casa: non sono molto bravo nelle faccende domestiche e pertanto i parametri di confronto che potevo mettere in campo grazie alla mia esperienza erano limitati; in questo frangente ho pertanto trovato di grande utilità le etichette energetiche fornite a corredo dei vari apparecchi.

Queste etichette non solo rendevano in maniera immediata la visualizzazione dei consumi (attraverso l'ormai noto meccanismo delle lettere e dei colori), ma fornivano anche numerose indicazioni riguardo al funzionamento e all'uso.

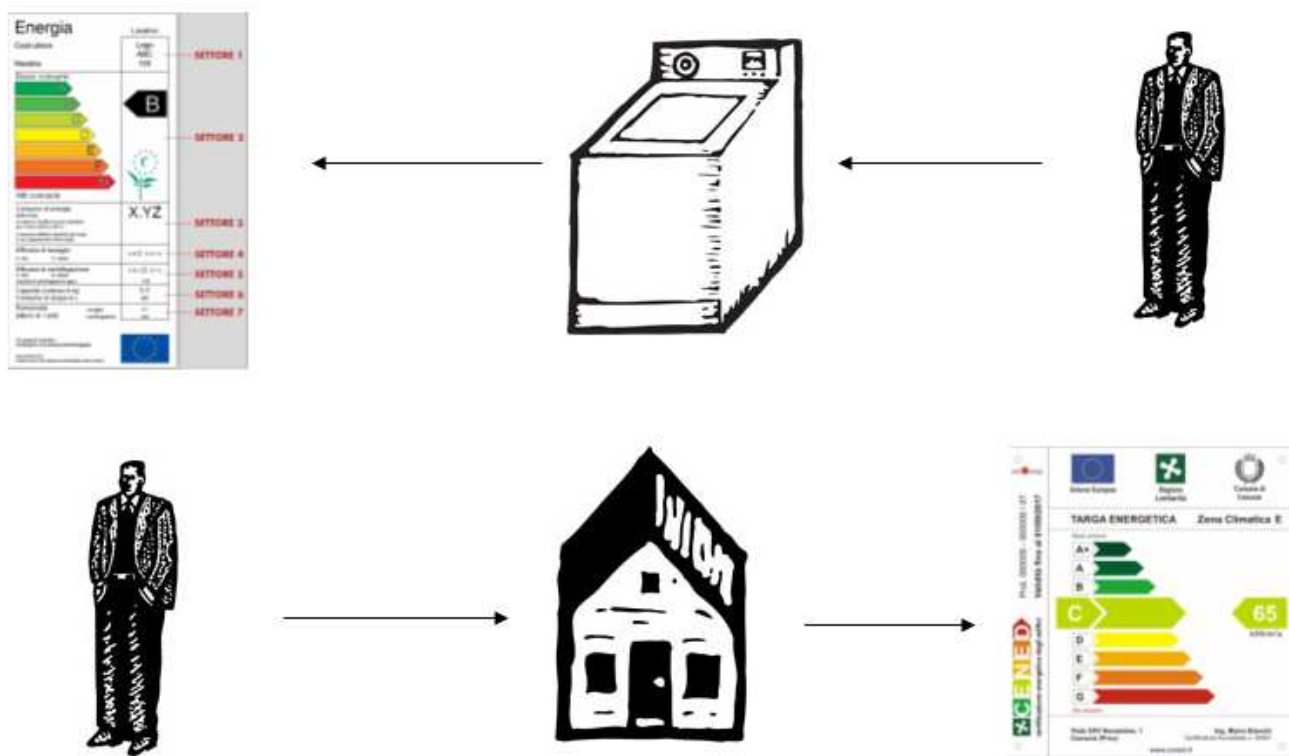
Per rispondere alla domanda pertanto ci serviamo di due esempi tratti dalla vita quotidiana, che possono dare evidenza immediata delle nostre finalità (*Rem tene, verba sequuntur*).

Vogliamo acquistare una nuova lavatrice e non siamo mai stati troppo bravi nel fare il bucato, né abbiamo conoscenze approfondite sui vari tipi di prodotti presenti sul mercato; a colpo d'occhio, tutte le lavatrici risultano più o meno identiche fra loro, ed il commesso, facendo leva sull'ignoranza dell'acquirente, può facilmente "spingere" all'acquisto dei prodotti secondo una propria logica di convenienza.

Un aiuto in questo caso ci può venire dalle etichette energetiche che, con semplici indicazioni, possono dare una valutazione di massima sulle prestazioni e quindi una prima indicazione sulla bontà o meno dell'acquisto (appare del tutto evidente che, a parità di prezzo, un acquirente mediamente razionale preferirà un prodotto con classe energetica più elevata; oppure che ad una classe energetica più elevata sia corretto riconoscere prezzi maggiori). L'etichettatura rappresenta in ogni modo uno strumento importante al servizio del consumatore, il quale può avere una panoramica immediata dell'efficienza del prodotto e lo mette in condizione di effettuare la comparazione dei diversi prodotti offerti su basi concrete.

Il secondo esempio riguarda l'acquisto di un immobile: sappiamo tutti come le spese purtroppo non sono solo quelle relative all'acquisto, ma riguardano anche la manutenzione e soprattutto l'utilizzo di acqua, gas ed energia; da qualche anno il programma di certificazione energetica degli immobili si propone lo scopo di evidenziare quali siano i probabili consumi futuri e quindi prevedere l'efficienza energetica di un edificio. Ovviamente la scelta dell'immobile è legata prevalentemente ad altri fattori (come la posizione o il costo), ma fornire indicazioni sul costo "energetico" incentiva sicuramente l'acquisto di edifici più performanti e costruiti con le migliori tecnologie ed inoltre innesca un circuito virtuoso di *benchmarking* sulle prestazioni energetiche.

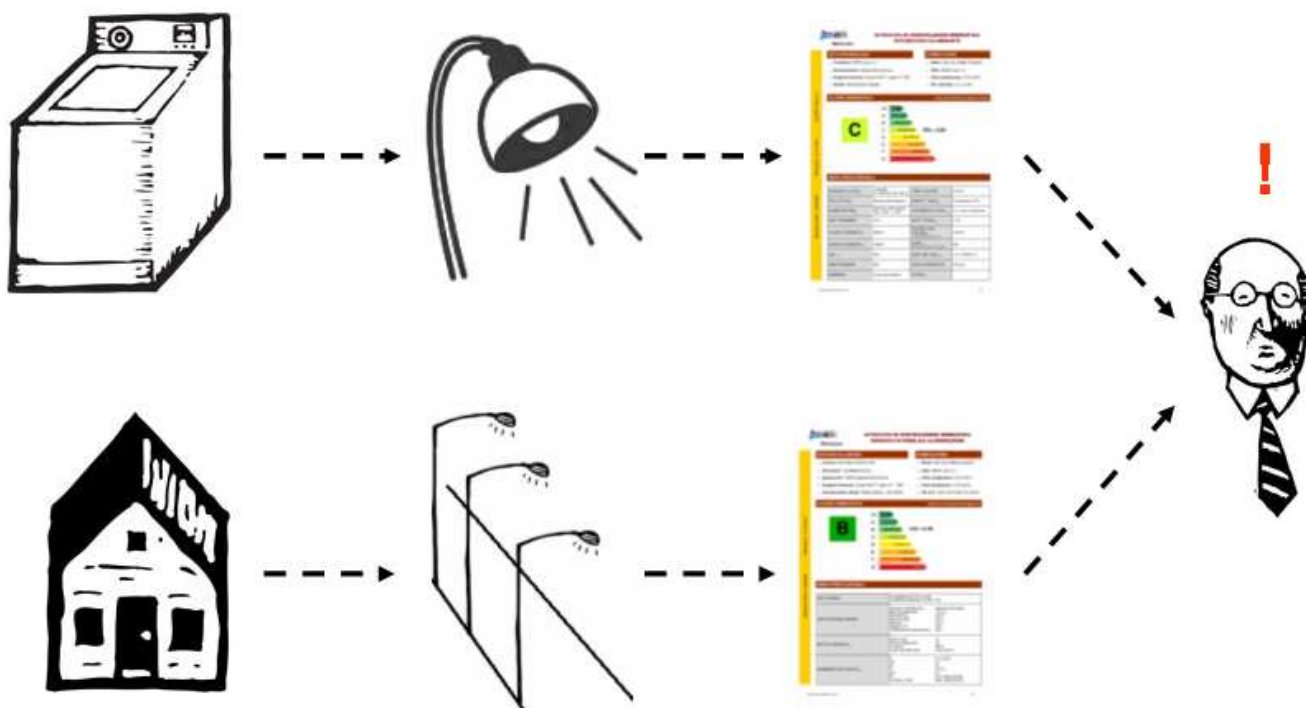
Anche in questo caso le proprietà di un edificio, determinate dalle sue componenti strutturali (pareti esterne, finestre, soffitti, ecc.) ed impiantistiche (impianti di riscaldamento e raffrescamento) oltre che dalla conformazione spaziale, vengono tradotte in uno schema chiaro e leggibile da chiunque.



In base a queste considerazioni ho proposto due diverse tipologie di schede di certificazione, che possono essere ricondotte a quanto espresso sopra: come per un elettrodomestico, è possibile fornire una indicazione di massima sui consumi e le prestazioni di un apparecchio illuminante attraverso un indicazione del rendimento dello stesso; come per un immobile, un impianto di illuminazione può essere accompagnato da un documento che ne certifichi i consumi e le specifiche di funzionamento.

Queste schede risultano indipendenti dalla tecnologia utilizzata (grazie ad un metodo di confronto basato su di una parametrizzazione fondata sulle *Best Practice* oggi disponibili nel campo dell'illuminazione pubblica) e pertanto possono fornire un utile termine di paragone anche nel caso di tecnologie di recente introduzione, come

le sorgenti luminose a LED, che difficilmente possono essere messe a confronto con le tecnologie tradizionali se non in questa maniera.



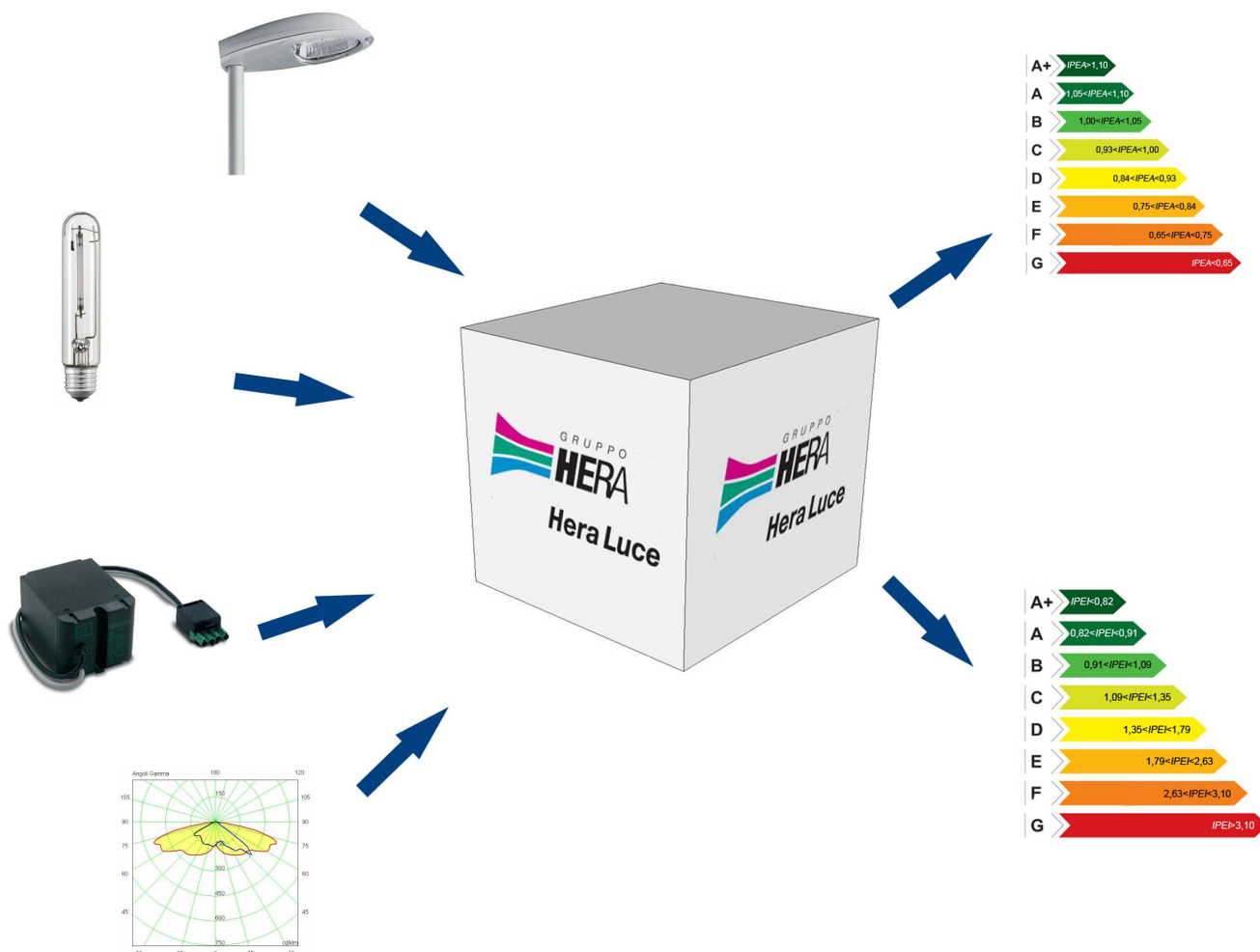
In questo modo le **informazioni tecniche vengono tradotte in indicatori di facile lettura che consentono di definire in maniera immediata la situazione attuale di un impianto e le possibilità di miglioramento**: in questa maniera risulterebbe ad esempio difficile dimostrare come un impianto a regola d'arte (ad esempio risultante in classe A) possa consentire ampi margini di miglioramento; allo stesso modo un impianto scadente (ad esempio in classe E) potrebbe essere migliorato attraverso diverse tipologie di intervento, scalate in base agli investimenti effettuati.

Va considerato infine che, come per ogni prodotto presente sul mercato, il rischio rimane quello di avere dati non del tutto attendibili: per questo motivo HERA Luce si propone come intermediario fra istituzioni e produttori, in modo tale da essere garante dei sistemi di illuminazione presentati.

Grazie ad una certificazione condivisa e gratuita i produttori si mettono al riparo da qualsiasi accusa di alterazione dei risultati, mentre le Amministrazioni hanno la garanzia di chi l'impianto dovrà gestirlo e quindi l'affidabilità dei risparmi attesi.

Il nostro meccanismo di certificazione fornisce agli utenti informazioni complete e senza spese sulla qualità relativa degli apparecchi e degli impianti di pubblica illuminazione, senza limitare in alcun modo i beni disponibili o impedire la vendita di prodotti scadenti.

Tale sistema è del tutto automatico e funziona “prelevando” i dati già disponibili e trasformandoli poi nelle caratteristiche lettere distintive delle certificazioni.



In futuro sarà possibile inserire il nostro sistema di classificazione in un software che, assieme al calcolo illuminotecnico, possa prevedere in maniera automatica il calcolo degli indici di efficienza.

Pur essendo uno strumento volontario e non in grado di proibire l'immissione sul mercato di certi prodotti, potrebbe nel lungo periodo allontanare quelli che risultano più scadenti (ad oggi ad esempio non esistono più frigoriferi per la casa prodotti in classe D o E), così come fornire utili segnali alle Amministrazioni riguardo la maggiore o minore appetibilità di certe soluzioni.

4. Descrizione dei criteri energetici utilizzati

Come esposto nel capitolo precedente, i criteri energetici proposti si dividono in due grandi ambiti: il primo riguarda il singolo apparecchio illuminante, il secondo si occupa dell'intero impianto di illuminazione.

Per quanto riguarda il singolo apparecchio illuminante, si è deciso di fare diretto riferimento alle prestazioni delle sue componenti principali e che contribuiscono a definire l'efficienza dello stesso: la sorgente luminosa, la componente ottica, l'alimentazione; in questo modo è possibile avere una prima valutazione, non direttamente riferita alla particolare installazione, ma in qualche modo riguardante il funzionamento "globale" dell'apparecchio illuminante.

Per ciò che riguarda gli impianti di illuminazione invece si fa riferimento sia all'apparecchio di illuminazione installato, sia alle caratteristiche al contorno che definiscono la geometria dell'impianto (come interasse fra i punti luce e larghezza della strada): in questo modo è possibile determinare in maniera intuitiva il migliore o peggiore utilizzo delle risorse energetiche in funzione dell'illuminazione richiesta dalla normativa italiana.

In entrambi i casi il valore di efficienza viene determinato come rapporto fra valore calcolato del rendimento e parametro di riferimento (distinto in base a classi di apparecchi o impianti standard, in base alla media delle *BAT* oggi disponibili): in entrambi i casi una classe "C" corrisponde ad apparecchi od installazioni "medi" oggi presenti nel territorio, mentre una classe "A" definisce le categorie di eccellenza *BAT* oggi disponibili.

I calcoli avvengono unicamente in base a parametri che sono di utilizzo ormai consolidato, definiti da apposite normative e che già oggi servono a definire le caratteristiche tecniche di un prodotto di illuminazione (ad esempio l'efficienza nominale di una sorgente luminosa oppure l'efficienza di un alimentatore); il lavoro svolto è stato quello di legare questi parametri alle *Best Available Technologies* che oggi definiscono il mercato dell'illuminazione.

Si vuole rimarcare come Il documento da noi presentato è quindi, a tutti gli effetti, una "**certificazione energetica**", ovvero **un attestato che accerta il valore assoluto del livello di prestazioni del sistema considerato** e basato pertanto su parametri oggettivi e legati alle caratteristiche delle singole componenti, indipendentemente dalle situazioni contingenti in cui queste si vengono a trovare. In questo modo è possibile comparare in maniera diretta diverse tipologie di impianto fra loro ed avere un riscontro diretto della loro qualità.

Inoltre, a differenza di altri parametri presenti in letteratura, il nostro criterio si basa sul **confronto diretto** fra valori calcolati e valori di riferimento: questo consente di calibrare i valori calcolati sulla base delle varie applicazioni possibili (siano esse riferite alla funzione di un apparecchio illuminante o alle categorie illuminotecniche di un impianto), senza incorrere nel rischio di avere parametri generici e non contestualizzati.

4.1 Efficienza globale di un apparecchio illuminante

Data la moltitudine di apparecchi di illuminazione stradale presenti oggi sul mercato e l'estrema eterogeneità di sorgenti a disposizione appare necessaria una revisione dei fattori che oggi si utilizzano per esprimere le caratteristiche prestazionali ed energetiche.

Inoltre spesso e volentieri le Amministrazioni non basano le proprie valutazioni su impianti realizzati; ad esempio, **in sede di capitolato, vengono forniti requisiti minimi dell'apparecchio illuminante, senza ovviamente far menzione alle prestazioni che questo dovrà poi ottenere nelle singole applicazioni.** Per questo motivo un primo indice di valutazione deve fornire indicazioni riguardo alle performances garantite dall'apparecchio indipendentemente dalla maniera in cui verrà installato. Rimane poi vero che pure il migliore apparecchio del mondo, se utilizzato male, fa una pessima luce (ma questo fattore viene preso in considerazione dal nostro secondo indicatore, relativo all'impianto realizzato).

Il primo coefficiente da noi proposto è pertanto finalizzato a far comprendere cosa “sta dentro” all'apparecchio e quindi se le componenti utilizzate sono di prima qualità e quindi efficienti oppure no; il corretto utilizzo va poi affidato al progettista illuminotecnico, il cui compito è (o almeno dovrebbe essere) quello di sfruttare al meglio le diverse tipologie di apparecchi a disposizione.

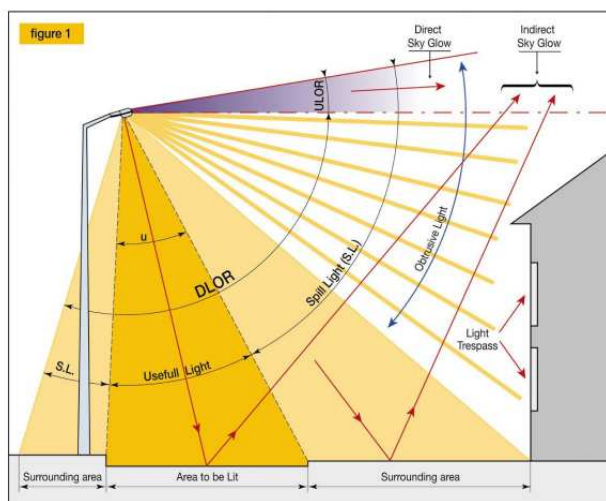
Per ottenere il minor consumo possibile di risorse e massimizzare i risultati occorre tenere conto di tutte le variabili che concorrono al buon funzionamento di un apparecchio illuminante; fattori come il rendimento di un apparecchio e l'efficienza luminosa delle lampade riflettono unicamente caratteristiche parziali e non esaustive.

In particolare il rendimento di un apparecchio (calcolato come rapporto fra flusso luminoso emesso dall'apparecchio e flusso originariamente emesso dalle lampade nude presenti in esso) non tiene conto dell'eventuale flusso luminoso disperso verso l'alto (e quindi non utilizzato per l'illuminazione del piano stradale) e della potenza assorbita dall'apparecchio.

L'efficienza luminosa delle lampade (calcolata come rapporto fra flusso luminoso emesso dalla lampada e potenza elettrica consumata) invece è generalmente una efficienza nominale, che quindi non tiene conto della reale potenza assorbita dalle altre componenti presenti all'interno dell'apparecchio ed inoltre non fornisce indicazioni sul flusso disperso a causa di riflessioni interne, lenti, ecc.

Per questo motivo si è scelto di incorporare questi due fattori in un coefficiente globale che tenga conto del flusso utile emesso dall'apparecchio (e cioè rivolto verso la sede stradale) e della reale potenza assorbita dall'apparecchio (comprensiva quindi di lampada ed altre componenti come alimentatore, accenditore, ecc.).

Questo coefficiente rende inoltre conto del reale significato fisico di efficienza, intesa come rapporto tra lavoro compiuto da un sistema e l'energia fornita al sistema (anche se in questo caso specifico si sono prese in



considerazioni potenze anziché energie; va notato inoltre che il termine inglese efficacy risolve l'apparente binomio presente in italiano fra rendimento ed efficacia). Tutti i parametri presi a riferimento sono legati unicamente a caratteristiche intrinseche dell'armatura stradale (cioè sono parametri indipendenti dall'installazione che si andrà a fare e sono pertanto legati unicamente alle componenti presenti all'interno di essa).

Per riferimenti ulteriori riguardo ai termini e alle definizioni, si faccia riferimento alla norma **UNI EN 12665:2004 - "Luce e illuminazione - Termini fondamentali e criteri per i requisiti illuminotecnici"**.

Definizione

Si definisce **efficienza globale di un apparecchio illuminante** il rapporto:

$$\eta_a = \frac{\Phi_{sorgente} \cdot BLF \cdot D_{lor}}{P_{reale}} = \frac{\Phi_{sorgente} \cdot BLF \cdot D_{lor}}{P_{sorgente} / \eta_b} = \eta_{sorgente} \cdot \eta_b \cdot BLF \cdot D_{lor} = [lm/W]^{1,2}$$

in cui si definiscono:

F_{sorgente} : Il flusso luminoso nominale emesso dalle sorgenti nude presenti all'interno dell'apparecchio, espresso in lumen, misurato in condizioni standard (generalmente a 25°C di temperatura ambiente ed alimentazione controllata); si faccia riferimento alle normative **CEI EN 60357:2006, EN A1:2008 e EN A2:2008** (lampade ad alogeni), **CEI EN 60081:2001, EN A1:2002, EN A2:2003 e EN A3:2005** (lampade fluorescenti a doppio attacco), **CEI EN 60901:2004, V1:2005 e V2:2008** (lampade fluorescenti ad singolo), **CEI EN 60188:2002** (lampade a vapori di mercurio ad alta pressione), **CEI EN 60192:2002** (lampade a vapori di sodio a bassa pressione), **CEI EN 60662:2001** (lampade a vapori di sodio ad alta pressione), **CEI EN 61167:1998 e V1:1999** (lampade ad alogenuri metallici).

BLF : Il coefficiente **BLF (Ballast Lumen Factor)** viene definito come il rapporto fra i lumen emessi dal sistema considerato (alimentatore effettivamente installato con lampada di riferimento) e i lumen emessi dal sistema di riferimento (alimentatore di riferimento con lampada di riferimento), secondo la formula $BLF = L_t / L_r$, in cui L_t è il flusso emesso (espresso in lumen) dalla lampada di riferimento quando essa è connessa all'alimentatore

¹ Come parametro di riferimento si faccia riferimento alla proposta seguita dal mandato della CE M226 e al CELMA "Proposal for luminaire efficiency factor presentatoin" CEN TC 169 document N418,2001 per l'introduzione di parametro di efficienza (Luminaire Efficiency Factor) per illuminazione interna definito come:

$$LEF = \frac{L_{or} \cdot \Phi_{lamp}}{W_{reale}}$$

Si veda ancora NEMA Standards Publication No. LE5, in cui viene definito il parametro di efficacia di un apparecchio illuminante (Luminaire Efficacy Rating) come:

$$LER = L_{or} \cdot \eta_{ballast} \cdot \eta_{lamp}$$

² L'uguaglianza $W_{reale} = W_{sorgente} / \eta_b$ è possibile unicamente quando l'efficienza del ballast considera l'intero sistema di alimentazione (ad esempio, nel caso di alimentatore ferromagnetico vengono comprese anche le perdite relative al condensatore e all'accenditore in modalità non attiva).

effettivamente installato e L_r è il flusso emesso (espresso in lumen) dalla lampada di riferimento quando essa è connessa all'alimentatore di riferimento. Per le definizioni ed i metodi di misura si faccia riferimento alle norme **EN 61347** o **EN 50294**.

- D_{lor}^3 : Il rapporto fra flusso luminoso emesso dall'apparecchio e rivolto verso l'emisfero inferiore e flusso luminoso originariamente emesso dalle lampade nude presenti in esso ed operanti con lo stesso impianto di alimentazione (si faccia riferimento al documento **IEC 50 (845/CIE 17.4)**; occorre far presente che queste misure vengono definite per una temperatura ambiente di 25°C e sotto alimentazione generale controllata.
- P_{reale} : La reale potenza assorbita dall'apparecchio, espressa in Watt, intesa come somma delle potenze assorbite dalle sorgenti e dalle componenti presenti all'interno dello stesso (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc...); tale potenza è quella che l'apparecchio assorbe dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento (comprensiva quindi di ogni apparecchiatura in grado di assorbire potenza elettrica dalla rete).
- $P_{sorgenti}$: La potenza nominale della sorgente, espressa in Watt.
- $h_{sorgente}$: L'efficienza nominale della sorgente luminosa, espressa in lm/W, intesa come rapporto fra flusso emesso dalla lampada e potenza nominale assorbita dalla stessa in condizioni normali (si faccia riferimento a quanto detto sopra a tal proposito).
- h_b : Il rendimento dell'alimentatore, espresso in percentuale, inteso come rapporto fra la potenza nominale delle sorgenti e la potenza in entrata del circuito lampada-alimentatore con possibili altri carichi ausiliari (si faccia riferimento a quanto detto sopra a tal proposito e alla norma **EN 50294**).

In caso di **apparecchio illuminante a LED**, in relazione a quanto espresso dalla nuova norma **UNI 11356:2010**, è possibile calcolare l'efficienza globale dell'apparecchio tramite la seguente formula:

$$\eta_a = \eta_{sistema} \cdot D_{lor} = \eta_{app} \cdot D_{ff} = [lm/W]^4$$

in cui si definiscono:

- $h_{sistema}$: Quoziente del flusso luminoso emesso dal modulo LED diviso la potenza elettrica impegnata dal modulo LED completo del suo dispositivo di alimentazione, comprensivo di componenti meccanici quali, per esempio, eventuali dissipatori, ad una temperatura ambiente di prova specificata, espresso in lm/W (si faccia riferimento alla norma **UNI 11356:2010**).
- D_{lor} : Il rapporto fra flusso luminoso emesso dall'apparecchio e rivolto verso l'emisfero inferiore e flusso luminoso totale emesso dal modulo LED presente, così come indicato sopra; il flusso risulta pertanto decurtato delle eventuali dispersioni dovute alle ottiche secondarie applicate oppure degli schermi protettivi.

³ In base alla norma **UNI EN 13032-1** il coefficiente D_{lor} può essere calcolato come:

$$D_{lor} = D_{ff} \times L_{or}$$

in cui si definiscono:

- D_{ff} : La percentuale di flusso emesso dall'apparecchio rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell'angolo di 90°;
- L_{or} : L'efficienza luminosa dell'apparecchio (calcolata come rapporto fra flusso luminoso emesso dall'apparecchio e flusso luminoso originariamente emesso dalle lampade nude presenti in esso in condizioni standard); si faccia riferimento alla **IEC 50 (845/CIE 17.4)**.

⁴ E' possibile notare come, per un apparecchio LED con flusso luminoso totalmente diretto verso l'emisfero inferiore, l'efficienza globale corrisponda con l'efficienza luminosa dell'apparecchio di illuminazione a LED, così come definita dalla **UNI 11365:2010**.

h_{app} : Rapporto tra flusso luminoso dell'apparecchio e potenza elettrica assorbita dall'apparecchio, espresso in lm/W (si faccia riferimento alla norma **UNI 11356:2010**).

D_{ff} : La percentuale di flusso emesso dall'apparecchio rivolta verso la semisfera inferiore dell'orizzonte (calcolata come rapporto fra flusso luminoso diretto verso la semisfera inferiore e flusso luminoso totale emesso), cioè al di sotto dell'angolo di 90°.

Si può notare che la formula di efficienza viene ridotta alla valutazione delle singole componenti installate all'interno degli apparecchi illuminanti (la sorgente attraverso il parametro $h_{sorgente}$, l'alimentatore attraverso il parametro h_b e l'ottica attraverso il parametro D_{lor}) e pertanto si conferma quanto detto nell'introduzione.

Questo parametro pertanto non indica in maniera diretta il risparmio conseguibile attraverso l'adozione di un particolare apparecchio illuminante (a questo fine si faccia riferimento all'indice di efficienza di un impianto descritto in seguito), ma la potenzialità di questo a conseguire questo genere di risparmi.

Anche nel caso di apparecchi a LED va evidenziato come, all'interno del parametro indicante l'efficienza dell'apparecchio secondo la norma **UNI 11356:2010**, sia compresa una valutazione dei componenti di alimentazione ed ausiliari, oltre all'efficienza del modulo LED.

Hera Luce ha tabellato i più comuni valori di D_{lor} per apparecchi tradizionali con lampade a scarica, alcuni dei quali vengono indicati nella tabella seguente:

Tipologia di armatura stradale	Riferimento visuale	D_{lor} indicativo
Sfera trasparente senza ottica		0,30
Sfera trasparente con ottica modulare		0,35
Artistica vetro trasparente senza ottica		0,40
Fungo senza ottica		0,55
Coppa acrilico senza ottica		0,57
Armatura con corpo in alluminio e senza schermo		0,65
Armatura stradale normale e vetro piano		0,70
Tipologia di armatura stradale	Riferimento visuale	D_{lor} indicativo

Armatura stradale normale con coppa in acrilico		0,73
Armatura stradale buona con vetro piano		0,80
Armatura stradale buona con coppa trasp.		0,83

Questa è solo una tabella che indica dei parametri di riferimento generici per gli apparecchi illuminanti e che non può esaurire il cospicuo bagaglio di informazioni sugli apparecchi a disposizione di HERA Luce; ogni valutazione va effettuata con i parametri reali dell'apparecchio in questione.

Classificazione energetica

In base a quanto emerso dai dati sperimentali in possesso e dalle evidenze teoriche specificate a margine, viene proposta, per ogni tipologia di applicazione e potenza nominale, una **efficienza globale di riferimento**, con cui parametrizzare le efficienze globali relative ad un apparecchio illuminante; per quanto riguarda gli apparecchi a LED, la potenza nominale sorgente fa riferimento alla potenza assorbita dal modulo LED (cioè esclusa l'unità di alimentazione, secondo quanto indicato dalla **UNI 11356:2010**).

a) Illuminazione stradale e grandi aree

Potenza nominale sorgente	$\eta_{sorgente}^5$	η_b^6	D_{lor}^7	Efficienza globale di riferimento (η_r)
$W \leq 55$	88	.88	.78	60 lm/W
$55 < W \leq 75$	94	.88	.78	65 lm/W
$75 < W \leq 105$	107	.90	.78	75 lm/W
$105 < W \leq 155$	116	.90	.78	81 lm/W
$155 < W \leq 255$	133	.90	.78	93 lm/W
$255 < W \leq 405$	141	.90	.78	99 lm/W

b) Illuminazione ciclopeditale

⁵ Seguendo una logica di BAT, secondo quanto definito dalla **direttiva 2008/1/CE**, per questo parametro si è preso il rendimento delle sorgenti al sodio alta pressione migliori oggi presenti a prezzo di mercato, rispettivamente 50W super, 70W super, 100W super, 150W super, 250W super, 400W super. Si faccia inoltre riferimento a quanto espresso dal Piano d'Azione Nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP) in relazione ai criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade HID e sistemi a LED, corpi illuminanti, impianti di illuminazione.

⁶ Per questo parametro si è fatto riferimento all'allegato VII del **regolamento n. 245/2009** della Commissione Europea.

⁷ Seguendo una logica di BAT, secondo quanto definito dalla **direttiva 2008/1/CE**, per questo parametro si è fatto riferimento alle caratteristiche di un'armatura "standard" oggi presente sul mercato e definibile attraverso i capitoli presenti nei listini nazionali per le opere elettriche. Si faccia inoltre riferimento a quanto espresso dal Piano d'Azione Nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP) in relazione ai criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade HID e sistemi a LED, corpi illuminanti, impianti di illuminazione.

Potenza nominale sorgente	$\eta_{sorgente}^8$	η_b	D_{lor}	Efficienza globale di riferimento (η_r)
$W \leq 55$	80	.88	.71	50 lm/W
$55 < W \leq 75$	90	.88	.71	56 lm/W
$75 < W \leq 105$	90	.90	.71	58 lm/W
$105 < W \leq 155$	98	.90	.71	63 lm/W
$155 < W \leq 255$	105	.90	.71	67 lm/W
$255 < W \leq 405$	105	.90	.71	67 lm/W

c) Illuminazione aree verdi e parchi

Potenza nominale sorgente	$\eta_{sorgente}$	η_b	D_{lor}	Efficienza globale di riferimento (η_r)
$W \leq 55$	80	.88	.70	49 lm/W
$55 < W \leq 75$	90	.88	.70	55 lm/W
$75 < W \leq 105$	90	.90	.70	57 lm/W
$105 < W \leq 155$	98	.90	.70	62 lm/W
$155 < W \leq 255$	105	.90	.70	66 lm/W
$255 < W \leq 405$	105	.90	.70	66 lm/W

d) Illuminazione centri storici con apparecchi artistici⁹

Potenza nominale sorgente	$\eta_{sorgente}$	η_b	D_{lor}	Rendimento globale di riferimento (η_r)
$W \leq 55$	80	.88	.72	51 lm/W
$55 < W \leq 75$	90	.88	.72	57 lm/W
$75 < W \leq 105$	90	.90	.72	58 lm/W
$105 < W \leq 155$	98	.90	.72	63 lm/W
$155 < W \leq 255$	105	.90	.72	68 lm/W
$255 < W \leq 405$	105	.90	.72	68 lm/W

Come parametro di riferimento viene quindi definito un **indice parametrizzato di efficienza dell'apparecchio illuminante (IPEA)** calcolato nel modo seguente:

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

⁸ Per questo parametro si è fatto riferimento alla tabella 20 dell'allegato V del regolamento n. 245/2009 della Commissione Europea relativo ai criteri migliorativi per lampade ad alogenuri metallici.

⁹ Per apparecchio di illuminazione artistico si intende un apparecchio con spiccata valenza estetica diurna e design specifico per l'ambito di illuminazione considerato; inoltre si intendono limitati ad installazioni di particolare pregio architettonico ed urbanistico all'interno dei centri storici.

In base al parametro di riferimento vengono quindi definite le classi energetiche dell'armatura (IRA – Indice di rendimento dell'Apparecchio):

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica apparecchi illuminanti	<i>IPEA</i>
A+	$IPEA > 1,10$
A	$1,05 < IPEA \leq 1,10$
B	$1,00 < IPEA \leq 1,05$
C	$0,93 < IPEA \leq 1,00$
D	$0,84 < IPEA \leq 0,93$
E	$0,75 < IPEA \leq 0,84$
F	$0,65 < IPEA \leq 0,75$
G	$IPEA < 0,65$

Ulteriori considerazioni

In base alla definizione data, è possibile notare come HERA Luce abbia scelto di premiare apparecchi illuminanti dotati di sorgenti molto performanti (come riferimento sono state prese le migliori lampade oggi in circolazione come rapporto qualità/prezzo, rappresentate dalle lampade al sodio alta pressione per le applicazioni stradali e le lampade ad alogenuri per le altre applicazioni), di alimentatori elettronici (che garantiscono le efficienze più elevate) e di ottiche con rese elevate.

Si vuole far notare che in sé questo indicatore analizza semplicemente la qualità delle componenti; per avere una idea delle performance sul campo si rimanda invece al paragrafo successivo, che prende in considerazione l'efficienza energetica di una installazione. Generalmente si considerano destinate a sostituzione immediata le armature con valore ***IPEA* < 0,50** in quanto altamente inefficienti.

Infine la scheda risulta conforme a quanto l' Autorità sta indicando in merito ai Criteri Ambientali Minimi riguardanti la Pubblica Illuminazione: per questo motivo tale scheda appare già allineata alla normativa in vigore e a quella di prossima uscita.

Report applicativo

Nel seguente report vengono presi in considerazione diversi esempi di apparecchi illuminanti, che sono esemplificativi delle installazioni oggi presenti nel nostro territorio; i dati sono riferiti ad apparecchi esistenti e servono a dare conto dell'effettiva applicabilità e bontà del criterio presentato.

Questa classificazione non rappresenta ovviamente l'intero panorama degli apparecchi presenti sul territorio italiano, ma serve unicamente a fornire un'idea di massima riguardo il comportamento della classificazione indicata in rapporto alle diverse tipologie di apparecchi ed ausiliari.

a) Illuminazione stradale e grandi aree

Apparecchio 1		
Tipologia	Apparecchio stradale senza ottica e senza coppa	Rendimento globale 28,93 lm/W
Descrizione	Apparecchio illuminante in alluminio senza ottica e senza coppa, con lampada a vapori di mercurio e alimentatore elettromagnetico.	Indice Rendimento Apparecchio IPEA = 0,35 G
Tipo sorgente	Lampada vapori di mercurio 125W	
Eff. sorgente	50 lm/W	
Rend. alim.	0,89	
DLOR	65%	

Apparecchio 2		
Tipologia	Apparecchio stradale di media qualità con coppa prismatica	Rendimento globale 53,68 lm/W
Descrizione	Apparecchio illuminante di media qualità, con lampada sodio alta pressione e alimentatore elettromagnetico.	Indice Rendimento Apparecchio IPEA = 0,72 F
Tipo sorgente	Lampada sodio alta pressione 100W	
Eff. sorgente	90 lm/W	
Rend. alim.	0,84	
DLOR	71%	

Apparecchio 3		
Tipologia	Apparecchio stradale di media qualità con coppa prismatica	Rendimento globale 67,84 lm/W
Descrizione	Apparecchio illuminante di media qualità, con lampada sodio alta pressione super e alimentatore elettronico.	Indice Rendimento Apparecchio IPEA = 0,90 D
Tipo sorgente	Lampada sodio alta pressione 100W	
Eff. sorgente	105 lm/W	
Rend. alim.	0,91	
DLOR	71%	

Apparecchio 4		
Tipologia	Apparecchio stradale di buona qualità con vetro piano	Rendimento globale 76,44 lm/W
Descrizione	Apparecchio illuminante di buona qualità, con lampada sodio alta pressione super e alimentatore elettronico.	Indice Rendimento Apparecchio IPEA = 1,02 B
Tipo sorgente	Lampada sodio alta pressione 100W	
Eff. sorgente	105 lm/W	
Rend. alim.	0,91	
DLOR	80%	

Apparecchio 5		
Tipologia	Apparecchio stradale di ottima qualità con vetro piano	Rendimento globale 85,50 lm/W
Descrizione	Apparecchio illuminante di ottima qualità, con lampada ioduri metallici alta resa e alimentatore elettronico.	Indice Rendimento Apparecchio IPEA = 1,14 A+
Tipo sorgente	Lampada ioduri metallici alta resa 90W	
Eff. sorgente	116 lm/W	
Rend. alim.	0,91	
DLOR	81%	

Apparecchio 6		
Tipologia	Apparecchio stradale di buona qualità con sorgente LED	Rendimento globale 71,00 lm/W
Descrizione	Apparecchio illuminante di buona qualità, con sorgente LED e microriflettori.	Indice Rendimento Apparecchio IPEA = 0,95 C
Tipo sorgente	72 LED 6000K i=350mA	
Potenza modulo	82 W	
Efficienza app.	71 lm/W	
Dff	100%	

b) Illuminazione ciclopeditale

Apparecchio 7		
Tipologia	Apparecchio ciclopeditale di buona qualità con vetro piano	Rendimento globale 57,10 lm/W
Descrizione	Apparecchio illuminante di buona qualità, con lampada ioduri metallici e alimentatore elettronico.	Indice Rendimento Apparecchio IPEA = 1,02 B
Tipo sorgente	Lampada ioduri metallici 70W	
Eff. sorgente	88 lm/W	
Rend. alim.	0,91	
DLOR	71%	

Apparecchio 8		
Tipologia	Apparecchio ciclopeditale di ottima qualità con sorgente LED	Rendimento globale 63,20 lm/W
Descrizione	Apparecchio illuminante di ottima qualità, con sorgente LED e microottiche.	Indice Rendimento Apparecchio IPEA = 1,26 A+
Tipo sorgente	40 LED 6000K i=350mA	
Flusso modulo	4000 lm	
Potenza reale	50 W	
Dff	79%	

4.2 Indice di efficienza energetica degli impianti di Pubblica Illuminazione

Con la convenzione di Kyoto si è iniziato a pensare a soluzioni che limitino il surriscaldamento globale; in base a questo scenario i requisiti di limitazione del consumo di energia sono stati indirizzati dalla Comunità Europea attraverso le direttive EuP (*Energy Using Product*).

L'introduzione di criteri di efficienza energetica (come quello indicato dalla **prEN 13201-5**) rende più facile la scelta e lo sviluppo di prodotti e servizi legati all'illuminazione pubblica all'interno dei membri della Comunità Europea: un impianto di illuminazione ben progettato riduce i consumi, aumenta la vita media dei componenti e riduce gli interventi di manutenzione.

Per realizzare gli obiettivi di risparmio in TEP (o emissione di CO₂) è necessario quindi definire l'efficienza di un impianto di pubblica illuminazione in base all'energia utilizzata per soddisfare i requisiti illuminotecnici fissati dalla norma **UNI EN 13201-2**. Il parametro di riferimento scelto è il criterio di efficienza energetica dell'illuminazione stradale definito dalla **prEN 13201-5** e chiamato *SLEEC* (*Street Lighting Energy Efficiency Criterion*), differenziato in *SL* per la progettazione illuminotecnica in luminanza e *SE* per la progettazione illuminotecnica in illuminamento. I parametri di confronto sono invece stabiliti in base alle norme tecniche in vigore, alla direttiva EuP e alle altre inerenti al risparmio energetico, alle norme di altri paesi membri riguardanti l'efficienza energetica della pubblica illuminazione e ai requisiti prestazionali definiti su una logica di Best Available Technologies.

Lo stesso criterio è stato recentemente adottato all'interno della proposta per i criteri ambientali minimi per l'acquisto di lampade HID e sistemi a LED, corpi illuminanti, impianti di illuminazione all'interno del Piano d'Azione Nazionale sul Green Public Procurement (PANGPP) recentemente pubblicato sul sito del Ministero dell'Ambiente. Questo parametro appare più completo rispetto all'indicazione del consumo energetico per chilometro poiché introduce anche una valutazione sulle performance sviluppate.

Definizione

Per tratti prevalentemente motorizzati, in cui viene richiesto dalla normativa **UNI 11248** un calcolo in luminanza, occorre considerare lo *SLEEC* per luminanza; il valore di *SL* viene definito come:

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

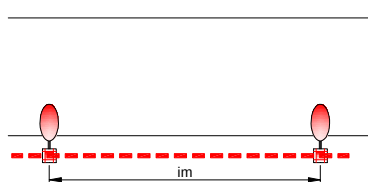
Per tratti misti, in cui viene richiesto dalla normativa **UNI 11248** un calcolo in illuminamento, occorre considerare lo *SLEEC* per illuminamento; il valore di *SE* viene definito come:

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

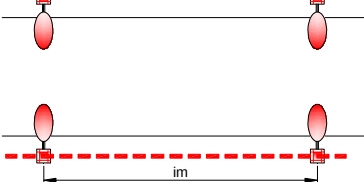
in cui si definiscono:

- P_{reale} : La reale potenza assorbita dall'apparecchio, intesa come somma delle potenze assorbite dalla lampade e dalle componenti presenti all'interno dello stesso (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc...) che possono assorbire energia elettrica; tale potenza è quella che in teoria l'apparecchio dovrebbe assorbire dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento. 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_{media} : Larghezza media della carreggiata o della zona illuminata.
- L_m : Luminanza media mantenuta calcolata secondo le direttive **UNI EN 13201**, calcolata adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80¹⁰ ed un manto stradale di classe C2.
- E_m : Illuminamento medio mantenuto calcolato secondo le direttive **UNI EN 13201**, calcolato adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80.
- i_{rif} : L'interdistanza di riferimento in un impianto di pubblica illuminazione fra un punto luce e l'altro computata secondo lo schema espresso di seguito

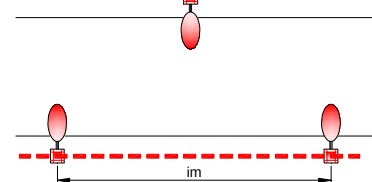
Installazione unilineare : $i_{rif} = i_m$



Installazione bilineare : $i_{rif} = i_m/2$



Installazione quinconce : $i_{rif} = i_m/2$



in cui i_m è l'interdistanza media fra due punti luce successivi posti dallo stesso lato della carreggiata.

Nel caso in cui, per il calcolo in illuminamento, non è possibile riferirsi ad una tipologia di installazione con file omogenee di apparecchi illuminanti, è possibile calcolare il valore SE nel modo seguente:

$$SE = \frac{P_{reale}}{E_m \cdot s_{media}} = \left[\frac{W}{lux \cdot m^2} \right]$$

in cui si definiscono:

- P_{reale} : La reale potenza assorbita dall'apparecchio, intesa come somma delle potenze assorbite dalla lampade e dalle componenti presenti all'interno dello stesso (accenditore, alimentatore/reattore, condensatore, ecc...) che possono assorbire energia elettrica; tale potenza è quella che in teoria l'apparecchio dovrebbe assorbire dalla linea elettrica durante il suo normale funzionamento. Tale potenza può venire espressa come $P_{sorgente}/\eta_b$ in cui $P_{sorgente}$ è la potenza nominale della sorgente e η_b è l'efficienza dell'alimentatore.
- E_m : Illuminamento medio mantenuto calcolato secondo le direttive **UNI EN 13201**, calcolato adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80.

¹⁰ Per i calcoli dei coefficienti energetici di seguito riportati – salvo diversa indicazione – viene adottato come coefficiente di manutenzione il valore convenzionale MF = 0,80; nel caso in cui in futuro si vorrà adottare un coefficiente di manutenzione diverso, i parametri di riferimento andranno scalati di conseguenza.

S_{media} : L'area media illuminata da ciascun apparecchio illuminante; nel caso di più apparecchi insistenti sulla stessa area, occorre dividere quest'area per il numero di apparecchi presenti al fine di ottenere l'area media illuminata teorica.

In tutti i casi è importante considerare come la luminanza ed illuminamento medio mantenuti devono essere riferiti sempre alla **classe illuminotecnica di progetto** definita sulla base dell'analisi dei rischi effettuata sull'impianto considerato e calcolati utilizzando un coefficiente di manutenzione $MF=0,80$ e un manto stradale di classe C2: il calcolo considera infatti non la situazione contingente in cui può venirsi a trovare un impianto (relativa quindi a fattori esterni, come la frequenza di manutenzione o la frequenza del traffico a differenti ore), ma valori assoluti confrontabili fra loro.

Questo non esula dal considerare quando possibile potenze ridotte del sistema (dovute ad esempio al funzionamento di regolatori in cabina o punto-punto) qualora la riduzione di flusso possa limitare l'eventuale surplus di luminanza/illuminamento emerso dal calcolo illuminotecnico; la potenza ridotta può venire considerata unicamente nel caso in cui l'impianto fin dall'accensione presenti costantemente tali valori¹¹.

Analizzando le formule presentate è possibile rilevare come all'interno di queste sia comunque presente il consumo per metro, indicato come P_{reale}/l_{media} e pertanto viene confermato il fatto che lo *SLEEC* rappresenta un termine di confronto più accurato, in quanto introduce anche una valutazione sull' area illuminata e sulla quantità di luce emessa.

In base alle analisi effettuate da HERA Luce su questo parametro emerge una discrepanza notevole qualora, adottando le medesime caratteristiche degli apparecchi illuminanti e della geometria di installazione, si vari l'interasse fra i punti luce: risulta infatti che, diminuendo di qualche metro l'interasse, si ottiene uno *SLEEC* inferiore (e quindi una migliore efficienza energetica), mentre in realtà il consumo per chilometro aumenta. Per questo motivo, in sede di definizione dei parametri di calcolo, è stato inserito un coefficiente correttivo k_{inst} per tenere conto di queste discrepanze e privilegiare le installazioni con maggiore interasse.

Classificazione energetica

Una volta ottenuto il valore SL (risp. SE), l'indice parametrizzato di efficienza dell'impianto ($IPEI^{12}$) viene calcolato come rapporto fra questo parametro ed il valore di *SLEEC* di riferimento SL_R (risp. SE_R) per la classe illuminotecnica dell'installazione in oggetto; questo rapporto viene quindi moltiplicato per il coefficiente k_{inst} che

¹¹ Ad esempio, esaminiamo un ipotetico impianto in classe ME3c, con apparecchi aventi lampade SAP 150W e alimentatore elettronico dimmerabile (con potenza assorbita al 100% del flusso pari a 165W) e che presenti valori di luminanza media mantenuta di 1,15 cd/mq; in questo caso è possibile effettuare una riduzione del flusso luminoso pari al 15% in maniera costante per ottemperare ai valori di normativa e quindi impegnare circa 135W di potenza anziché 165W (in pratica questo significa che, grazie alle possibilità offerte dal sistema di riduzione di flusso, risulta "virtualmente" possibile utilizzare una lampada sodio da circa 120W). La riduzione di flusso e di potenza può essere impiegata per ogni tipologia di sorgente e sistema che consenta una dimmerazione costante, fin dall'accensione. Rimangono invece escluse tutte le parzializzazioni temporanee e non garantite per l'intera vita dell'impianto (come ad esempio riduzioni dopo mezzanotte dovute alla diminuzione del flusso di traffico presente o variazione di categoria di esercizio). Inoltre, per tutti gli impianti che non consentono una definizione puntuale dei consumi (ottenibile ad esempio con alimentatore elettronico dimmerabile e telecomandato), in mancanza di un riscontro diretto dei consumi, occorre definire una potenza media in riduzione; in presenza di riduttore in cabina ad esempio occorre valutare la perdita di tensione all'estremità della linea considerata e quindi mediare i valori alle estremità dell'impianto (con una partenza a 200V e un arrivo a 180V occorrerà quindi considerare 190V medi di riduzione).

¹² Cfr. quanto già pubblicato in ambito europeo nel R. D. 1890/2008 spagnolo.

tiene conto del fatto che un impianto è tanto migliore quanto più la luminanza di progetto (risp. l'illuminamento di progetto) si avvicina a ciò che viene indicato dalla norma **UNI 11248** come parametro di riferimento: questo consente di ottenere la massima interdistanza fra i punti luce e quindi un consumo di energia elettrica per chilometro inferiore.

Le formule sono pertanto le seguenti:

- ambito stradale:
$$IPEI = \frac{SL}{SL_R} \cdot k_{inst} = \frac{SL}{SL_R} \cdot \left(0,524 + \frac{L_m}{L_{m,rif} \cdot 2,1} \right) \text{ in cui } k_{inst} = 1 \text{ se } L_m < L_{m,rif}$$

- altri ambiti:
$$IPEI = \frac{SE}{SE_R} \cdot k_{inst} = \frac{SE}{SE_R} \cdot \left(0,524 + \frac{E_m}{E_{m,rif} \cdot 2,1} \right) \text{ in cui } k_{inst} = 1 \text{ se } E_m < E_{m,rif}$$

in cui si definiscono:

SL (SE) : Lo *SLEEC* per luminanza o illuminamento così come emerso dai calcoli illuminotecnici.

SL_R (SE_R) : Lo *SLEEC* di riferimento per luminanza o illuminamento così come indicato dalle tabelle seguenti.

k_{inst} : Coefficiente correttivo che premia l'aderenza ai coefficienti di luminanza od illuminamento definiti dalla norma **UNI EN 13201**: grazie a questo coefficiente ottengono valori premianti gli apparecchi che, a parità di caratteristiche, garantiscono una interdistanza più elevata.

L_m : Luminanza media mantenuta come risultante da calcolo illuminotecnico effettuato secondo le direttive **UNI EN 13201**, adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80¹³ ed un manto stradale di classe C2.

E_m : Illuminamento medio mantenuto come risultante da calcolo illuminotecnico effettuato secondo le direttive **UNI EN 13201**, adottando un coefficiente di manutenzione pari a 0,80.

$L_{m,rif}$: Luminanza media mantenuta di riferimento, riferita alla classe illuminotecnica di progetto adottata.

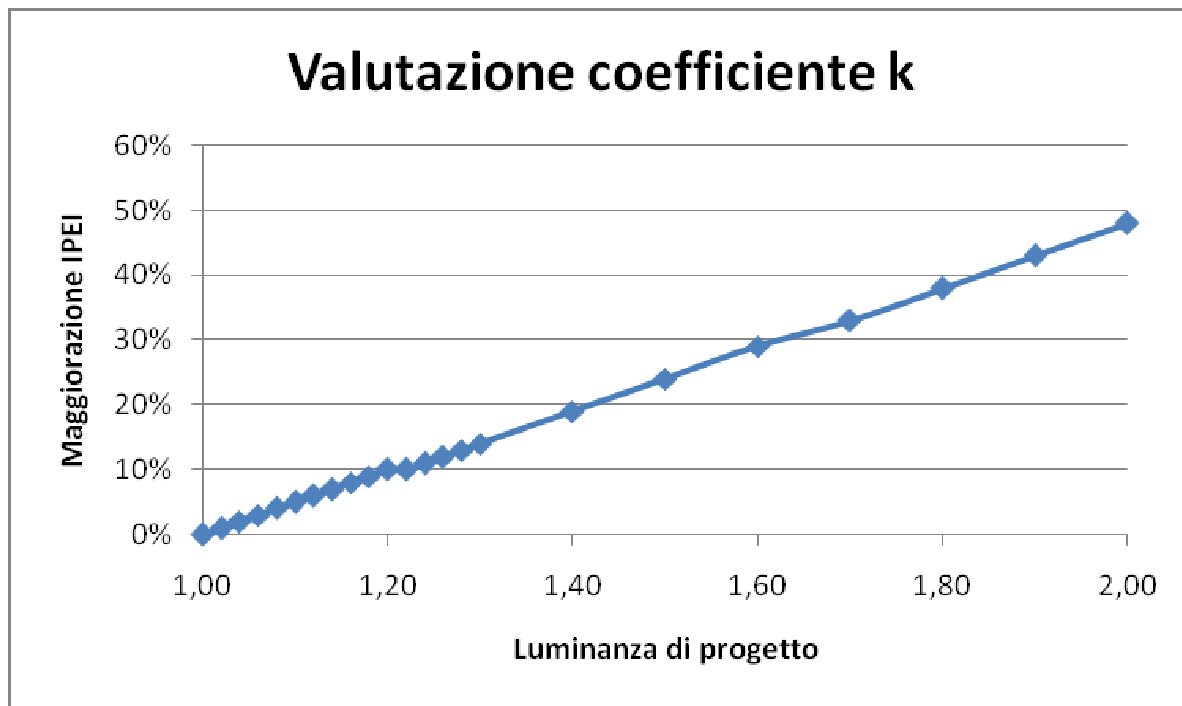
$E_{m,rif}$: Illuminamento medio mantenuto di riferimento, riferito alla classe illuminotecnica di progetto adottata.

I valori di riferimento per le classi ME e MEW (SL_R), così come per la classe S (SE_R), sono stati desunti dalla media di varie simulazioni di calcolo in diversi ambiti di apparecchi illuminanti conformi a quanto indicato **regolamento n. 245/2009 della Commissione Europea**, che rappresentano prodotti di fascia intermedia rispetto alle *BAT* oggi disponibili; il corrispettivo valore di riferimento per le classi CE (SE_R) è stato desunto – così come avviene per la stessa **UNI 11248** – moltiplicando i valori di riferimento stradali per il coefficiente medio di riflessione del manto stradale; per uniformare i risultati ottenuti viene preso in considerazione per i calcoli illuminotecnici un manto stradale standard definito come pavimentazione stradale normalizzata in condizione di tempo asciutto di classe C2, avente coefficiente medio di luminanza $Q_0=0,07$.

Il parametro k_{inst} garantisce l'allineamento dei risultati alle migliori prestazioni, perché “scala” il surplus di illuminamento (o luminanza) fornito da un impianto in maniera tale che oltre un certo limite non si abbiano più vantaggi nel dare più luce del necessario.

¹³ Per i calcoli dei coefficienti energetici di seguito riportati – salvo diversa indicazione – viene adottato come coefficiente di manutenzione il valore convenzionale MF = 0,80; nel caso in cui in futuro si vorrà adottare un coefficiente di manutenzione diverso, i parametri di riferimento andranno scalati di conseguenza.

Di seguito viene fornito un grafico che può dare un'idea di come lavora su un ipotetico coefficiente: in questo caso si è preso in considerazione una classe illuminotecnica di progetto ME3c (con luminanza media mantenuta pari a 1,00 cd/mq).



Come si può osservare dal grafico, più la luminanza di progetto si scosta da quella indicata dalla norma UNI 13201-2 e più l'indice di efficienza viene penalizzato. Guardando alla formula estesa questa affermazione corrisponde al fatto che la luminanza di progetto viene penalizzata della stessa percentuale indicata dal grafico: ad esempio, per una luminanza di progetto di 1,40 cd/mq viene assunta una penalizzazione del 19% e pertanto il calcolo viene svolto come se si assumesse una luminanza di progetto di 1,18 cd/mq.

Questo coefficiente non annulla del tutto il beneficio della luminanza in più fornita: semplicemente si limita a tagliare parte di questo surplus durante i calcoli (poiché appare più che logico che un impianto è tanto migliore quanto più si attiene ai valori di norma).

A questo punto è facile dimostrare che, grazie all'introduzione di questo parametro, tutti i valori si allineano in maniera tale che gli impianti migliori sono quelli che garantiscono – a parità di condizioni al contorno – le interdistanze maggiori fra punti luce¹⁴.

Nelle tabelle che seguono sono riportati:

¹⁴ Poniamo ad esempio, per un certo impianto, con strada larga 8m e classe CE3, due soluzioni: la prima, con centri ad alogenuri da 175W totali, posti a 30 m d'interdistanza, $E_m = 22lx$, con parametro di efficienza pari a $SE = 175/22 \times 8 \times 30 = 0,0331W/lx\ m^2$; la seconda, con centri da 120W totali, posti a 28 m d'interdistanza, $E_m = 15lx$, con un parametro di efficienza pari a $SE = 120/15 \times 8 \times 28 = 0,0357W/lx\ m^2$. In questo modo avremo quindi per il primo caso $IPEI=1,04$ mentre nel secondo caso $IPEI=0,92$ che è nettamente più efficiente del primo. Lo scarto è minore del 36% (che si avrebbe nel semplice confronto fra consumi energetici per chilometro) perché ci dice, in pratica, che un illuminazione con 22 lux medi a terra non è poi così male, perché potrebbe di diritto rientrare nella categoria illuminotecnica superiore (CE2);

- i valori di SLEEC di riferimento relazionati alle classi di illuminazione previste dal progettista secondo la norma **UNI 11248** e **UNI EN 13201** per l'impianto; nel caso di impianti esistenti la classe di illuminazione è comunque riferita alla caratteristiche geometriche della strada e del traffico
- la classificazione energetica corrispondenti ai diversi intervalli di *IPEI*

a) Illuminazione stradale

TABELLA DI RIFERIMENTO SL_R	
Illuminazione stradale Classi ME ed MEW	
Classe illuminotecnica	SLEEC di riferimento $SL_R (W/cdm^{-2}/m^2)$
ME1 / MEW1	0.49
ME2 / MEW2	0.51
ME3a	0.56
ME3b / MEW3	0.55
ME3c	0.54
ME4a / MEW4	0.58
ME4b	0.57
ME5 / MEW5	0.60
ME6	0.65

b) Illuminazione intersezioni e centri storici

TABELLA DI RIFERIMENTO SE_R	
Illuminazione intersezioni e centri storici Classi CE	
Classe illuminotecnica	SLEEC di riferimento $SE_R (W/lx/m^2)$
CE0	0.033
CE1	0.035
CE2	0.037
CE3	0.039
CE4	0.042
CE5	0.044

eppure è meno efficiente perché in questo caso il progettista ha sbagliato nella scelta della soluzione illuminotecnica.

c) Illuminazione marciapiedi, ciclopedonali, parcheggi

TABELLA DI RIFERIMENTO SE_R	
Illuminazione marciapiedi, ciclopedonali, parcheggi Classi S	
Classe illuminotecnica	SLEEC di riferimento SE_R ($W/lx/m^2$)
S1	0,07
S2	0,08
S3	0,09
S4	0,11
S5	0,14
S6	0,17
S7	0,21

In base al parametro di riferimento vengono quindi definito un **indice parametrizzato di efficienza dell'impianto di illuminazione**:

INTERVALLI DI CLASSIFICAZIONE ENERGETICA	
Classe energetica impianto	<i>IPEI</i>
A+	$IPEI < 0,82$
A	$0,82 \leq IPEI < 0,91$
B	$0,91 \leq IPEI < 1,09$
C	$1,09 \leq IPEI < 1,35$
D	$1,35 \leq IPEI < 1,79$
E	$1,79 \leq IPEI < 2,63$
F	$2,63 \leq IPEI < 3,10$
G	$IPEI \geq 3,10$

Ulteriori considerazioni

Il criterio ora espresso, così come indicato nelle note, appare già in numerose leggi e proposte di leggi in ambito europeo (si faccia riferimento ad esempio al **Real Decreto 1890/2008** spagnolo).

Inoltre è conforme a quanto l' Autorità sta legiferando in merito ai Criteri Ambientali Minimi riguardanti la pubblica illuminazione: per questo motivo tale scheda appare già allineata alla normativa in vigore e a quella di prossima uscita.

Anche in questo caso si è voluto fornire una preferenza verso gli impianti dotati di apparecchi illuminanti con alimentatore elettronico, sorgenti altamente performanti ed ottiche che possano garantire le maggiori interdistanze possibili nel rispetto completo dei parametri definiti dalla norma **UNI EN 13201**.

Report applicativo

Nel seguente report vengono presi in considerazione diverse tipologie di installazione, che sono esemplificative delle installazioni oggi presenti nel nostro territorio; anche in questo caso i dati sono riferiti ad apparecchi esistenti e servono a dare conto dell'effettiva applicabilità e bontà del criterio presentato.

Caso 1: Strada urbana locale – 6,0m di carreggiata con due corsie di marcia in sensi opposti – installazione unilineare a lato strada, altezza di installazione pari a 7,0m e distanza dal bordo stradale pari a 0,0m.

Apparecchio illuminante di ottima qualità (classe IPEA pari a A), con alimentatore elettronico e lampada sodio alta pressione 70W super.

Class.	Apparecchio				Geom.		Calcolo					Eff. app.		Efficienza impianto		
Classe	Eff. lum. sorgente (lum/W)	Pot. ass. (W)	Eff. alim. (%)	Dlor (%)	Int. (m)	i/h	Lm (cd/m ²)	U0	UI	Ti (%)	SR	IPEA	Cl. IPEA	SLEEC	IPEI	Classe IPEI
ME4b	94	77	91	81,2	33	4,7	0,75	0,4	0,5	15	0,5	1,07	A	0,52	0,91	A
ME4b	94	77	91	81,2	32	4,6	0,77	0,4	0,5	15	0,5	1,07	A	0,52	0,93	B
ME4b	94	77	91	81,2	31	4,4	0,79	0,4	0,5	15	0,5	1,07	A	0,52	0,94	B
ME4b	94	77	91	81,2	30	4,3	0,82	0,4	0,6	14	0,5	1,07	A	0,52	0,96	B
ME4a	94	77	91	81,2	32	4,6	0,77	0,4	0,6	15	0,5	1,07	A	0,52	0,91	A

Dalla tabella è possibile osservare come un apparecchio di buona qualità ed ottica performante (capace quindi di ottenere interdistanze elevate, come dimostrato dal rapporto $i/h=4,7$) si attesti in classe A (1^a riga).

A riprova di quanto detto nell'introduzione, è possibile osservare come ad una diminuzione dell'interdistanza, la luminanza aumenti e lo *SLEEC* risulti invece identico: questo parametro pertanto non riesce da solo a rilevare il maggiore risparmio fornito da una maggiore interdistanza (1^a-4^a riga); al contrario, il parametro *IPEI* da noi introdotto verifica questo comportamento anomalo e riporta una penalizzazione per le scelte di interdistanza minori (tanto che, per interdistanze minori, la classe passa da A a B).

Inoltre è possibile rilevare che, al passaggio ad una classe illuminotecnica superiore (da ME4b a ME4a), il parametro *IPEI* rimanga invariato (5^a riga). Questo dimostra che, pur con un'interdistanza minore, l'apparecchio in questione risulti utilizzato al massimo delle sue possibilità per ciascuna classe illuminotecnica.

Il parametro indicato fornisce una descrizione più approfondita rispetto al parametro relativo all'apparecchio illuminante: si può osservare infatti che mentre la classificazione *IRA* resta immutata (in quanto le specifiche dell'apparecchio sono invariate), la classificazione *IPEI* dipende in maniera determinante da come questo apparecchio viene usato e soprattutto dalla capacità o meno di poter illuminare in maniera corretta ed efficiente l'area presa in esame.

Caso 2: Strada urbana di quartiere – carreggiata con due corsie di marcia in sensi opposti – installazione unilineare a lato strada e distanza dal bordo stradale pari a 0,0m.

Apparecchio illuminante di ottima qualità (classe IPEA pari a A), con alimentatore elettronico e lampada sodio alta pressione 100W super.

Class.		Apparecchio				Geom.			Calcolo					Eff. app.		Efficienza impianto		
Classe	Largh. (m)	Eff. lum. sorgente (lum/W)	Pot. ass. (W)	Eff. alim. (%)	Dlor (%)	Int. (m)	h (m)	i/h	Lm (cd/m ²)	U0	UI	Ti (%)	SR	IPEA	Cl. IPEA	SLEEC	IPEI	Classe IPEI
ME3c	6,0	107	115	87	81	38	7,5	5,1	1,00	0,4	0,5	14	0,6	1,01	B	0,50	0,93	B
ME3c	6,0	107	110	91	81	38	7,5	5,1	1,00	0,4	0,5	14	0,6	1,05	A	0,48	0,89	A
ME3c	6,0	107	110	91	81	34	7,0	4,9	1,10	0,4	0,5	15	0,6	1,05	A	0,49	0,95	B
ME3c	6,0	107	110	91	81	32	7,0	4,6	1,20	0,4	0,6	15	0,5	1,05	A	0,48	0,97	B
ME3c	6,0	107	110	91	81	30	7,0	4,3	1,30	0,4	0,7	14	0,5	1,05	A	0,47	1,00	B
ME3c	7,0	107	110	91	81	34	7,5	4,5	1,00	0,4	0,6	13	0,5	1,05	A	0,46	0,86	A
ME3c	8,0	107	110	91	81	30	8,0	3,8	1,00	0,4	0,8	11	0,5	1,05	A	0,46	0,85	A
ME3b	6,0	107	110	91	81	37	8,0	4,6	1,00	0,4	0,6	12	0,6	1,05	A	0,50	0,90	A
ME3b	7,0	107	110	91	81	34	8,0	4,3	1,00	0,4	0,7	13	0,5	1,05	A	0,46	0,84	A

Anche in questo caso è possibile osservare come un apparecchio di buona qualità ed ottica performante (capace quindi di ottenere interdistanze elevate, come dimostrato dal rapporto $i/h=5,1$) si attesti in classe A (2^a riga); inoltre si può notare come l'adozione di un alimentatore elettromagnetico, a parità delle altre condizioni, comporti una riduzione di classe, sia in ambito di apparecchio che in ambito di impianto (1^a e 2^a riga). Questi risultati confermano la corretta applicazione del metodo e la piena conformità ai presupposti da noi indicati.

Come in precedenza, una riduzione di interdistanza fra punti luce comporta un aumento della luminanza e addirittura uno SLEEC migliore per interdistanze minori: questa aberrazione viene corretta dal parametro da noi introdotto, che presenta un parametro IPEI maggiore per interdistanze minori (2^a - 5^a riga).

Si può invece notare che l'aumento della sede stradale (in questo caso da 6,0m a 8,0) comporti un abbassamento del parametro IPEI, anche in presenza di interassi minori; questo è dovuto al fatto che l'area illuminata risulta in ogni modo maggiore ed inoltre è parso opportuno premiare in qualche modo la capacità degli apparecchi di fornire la giusta illuminazione anche in ambito trasversale (2^a, 6^a e 7^a riga).

Anche in questo caso, il passaggio ad una categoria superiore (da ME3c a ME3b) non comporta un sostanziale aumento del parametro di riferimento, anche in presenza di interassi minori (2^a e 8^a riga, 6^a e 9^a riga).

5. Redazione delle schede di Certificazione Energetica

La definizione di indici di efficienza energetica è sicuramente uno strumento utile, che può aiutare un non addetto ai lavori nel delicato compito di scelta delle migliori soluzioni; questo indice però da solo non è sufficiente a definire per intero tutte le caratteristiche di un apparecchio illuminante né tanto meno di un impianto di illuminazione.

Per questo motivo HERA Luce, al di là dei criteri energetici presentati nel paragrafo precedente, intende proporre delle schede che illustrino in maniera esaustiva le principali caratteristiche di un sistema.

L'intento principale è quello di fornire un valido strumento, che presenti una parte generale e comprensibile a chiunque ed una parte più specifica, dedicata ai tecnici, che possa essere da supporto nelle scelte inerenti l'acquisto di nuovi corpi illuminanti e l'installazione di nuovi impianti. Una delle sfide per il prossimo futuro infatti è lo sviluppo di logiche ambientali all'interno delle Pubbliche Amministrazioni: utilizzando il loro potere d'acquisto per scegliere beni e servizi che rispettino anche l'ambiente, possono contribuire in misura notevole al raggiungimento dello sviluppo sostenibile.

Le iniziative di *Green Procurement* sono una delle risposte del mercato alla sfida della sostenibilità: in questi casi viene data preferenza al bene che presenta una "preferibilità ambientale", intesa come un carico minore in comparazione con beni analoghi.

Le **direttive 2004/17/CE e 2004/18/CE** sugli appalti consentono esplicitamente agli enti aggiudicatori di scegliere tra specifiche basate su norme tecniche o su requisiti basati sulle prestazioni.

HERA Luce mette a disposizione delle Amministrazioni due diverse schede, una riferita agli apparecchi illuminanti ed una riferita agli impianti di illuminazione, che definiscono una classe energetica di confronto in relazione alle norme tecniche in vigore e a requisiti prestazionali definiti sulla logica delle *Best Available Technologies*.

Mi rendo perfettamente conto che il sistema approntato rappresenta una reale innovazione nel campo dell'illuminazione e pertanto l'obiettivo principale è quello per ora di soffermarsi sui dati più importanti per poi costruire nel tempo una piattaforma condivisa con cui confrontarsi.

Grazie alle schede presentate la scelta di un apparecchio illuminante o la realizzazione di un nuovo impianto potrà basarsi su criteri di trasparenza ed affidabilità garantiti da prodotti certificati da una società che si è sempre occupata di Pubblica Illuminazione.

5.1 Attestato di certificazione energetica di un apparecchio illuminante

La prima scheda proposta riguarda gli apparecchi illuminanti: lo scopo è quello di fornire un quadro completo dell'apparecchio, riguardante sia le caratteristiche tecniche che prestazionali.

Tutte queste schede andranno a creare un database consultabile gratuitamente e che verrà presentato alle Amministrazioni Pubbliche qualora si renda necessario caratterizzare gli apparecchi illuminanti messi a disposizione tramite criteri univoci e confrontabili fra loro. Questo consentirà un utilizzo delle schede come parametro cui fare riferimento per le scelte impiantistiche da adottare: grazie ad un parametro univoco ed una scheda standard con cui confrontare i vari prodotti sarà più agevole per le Amministrazioni effettuare le proprie scelte. HERA Luce si propone di fare da garante ai dati presentati, riservandosi il diritto di confrontare quanto dichiarato con misurazioni effettuate a campione su apparecchi già installati; in caso di difformità da quanto espressamente dichiarato, si provvederà alla rimozione o all'esclusione del prodotto da altre eventuali certificazioni.

La scheda è pensata per la rappresentazione di un'unica tipologia di prodotto che abbia al suo interno determinate componenti fisse: uno stesso apparecchio che monta una lampada diversa oppure un alimentatore differente dovrebbe avere diverse schede (poiché l'efficienza di un alimentatore e di una sorgente possono influire in maniera preponderante sulle prestazioni); eventualmente si auspica la scelta di una sola posizione per apparecchi dotati di slitta portalampada.

Oltre alle finalità espresse nei paragrafi precedenti, appare urgente prevedere uno schema "standard" di caratteristiche che ogni produttore al momento della vendita dovrebbe dichiarare e che invece spesso vengono omesse.

Grazie a questa classificazione esisterà un database certo e certificato dallo stesso produttore riguardo alle specifiche di un determinato apparecchio illuminante: non sarà pertanto più possibile "aggiustare" i dati a proprio piacimento né fornire dati incompleti. Questo garantisce i produttori che hanno una filiera certificata e che lavorano in modo onesto e trasparente e allo stesso tempo allontanano coloro che cercano di vendere prodotti assolutamente non idonei e con specifiche tecniche del tutto inventate.

Pur non essendo nata per questo scopo, la scheda proposta potrebbe definire un valido supporto di partenza da cui poi sviluppare una scheda di catalogazione degli apparecchi, con dati allineati per tutti i produttori: la migliore arma contro coloro che vogliono barare a nostro avviso è sicuramente la trasparenza.

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA APPARECCHIO ILLUMINANTE

DATI APPARECCHIO

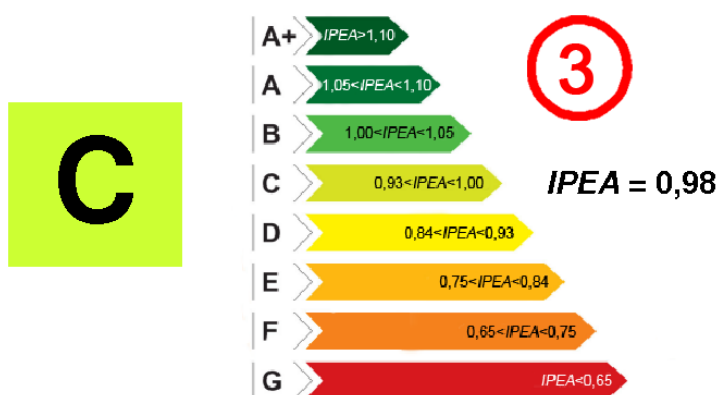
- ⇒ **Produttore:** HERA Luce s.r.l.
- ⇒ **Denominazione:** Apparecchio di prova
- ⇒ **Sorgente luminosa:** Osram NAV-T super 4Y 70W
- ⇒ **Ambito:** Illuminazione stradale

COMPILATORE

- ⇒ **Nome:** Dott. Ing. Matteo Seraceni
- ⇒ **Ditta:** HERA Luce s.r.l.
- ⇒ **Data compilazione:** 01/01/2010
- ⇒ **Rif. eulumdat:** xxx_xxx.ltd

CLASSE ENERGETICA

(Indice Parametrizzato Efficienza Apparecchio)



INDICI PRESTAZIONALI

SORGENTI E N.RO	1 lampada SAP 70W	CARATT. SORGENTI	ST-70/20/4-H-E27-454156
TEMP. COLORE e Ra	Tc: 2700 K Ra: 24	TIPO OTTICA	Alluminio alta riflessione
CARATT. VANO	Pressofusione Ottica: IP64 Ausiliari: IP65	CLASSE ARMATURA	Classe II
ALIMENTATORE	Elettronico dimmerabile $\cos\varphi=0,95$ $\eta=0,91$	AFFIDABILITA' ALIM.	F.R. : 10% a 50.000 ore
FLUSSO SORGENTI (o flusso luminoso modulo)	6600 lm	POTENZA REALE	P_{reale} : 77 W
FLUSSO LUM. TOTALE (o efficienza luminosa apparecchio)	5350 lm	DURATA SORGENTI	14000h
LLMF	89%	LSF	90%
RISP. INQ. LUM.	L.R. 19/2003 E.R.	CERTIFICAZIONI	IMQ
COSTO INDICATIVO	250 euro	GARANZIA	3 anni dal produttore

Pagina fronte attestato certificazione energetica apparecchio illuminante – specifiche:

1) DATI APPARECCHIO

In questa parte vengono indicati i dati generali dell'apparecchio; nella casella "Ambito" occorre specificare l'ambito di applicazione così come definito nel paragrafo 4.1 (Illuminazione stradale, Illuminazione ciclopedonale e parcheggi, ecc.): non è possibile definire più di un ambito per lo stesso apparecchio.

2) COMPILATORE

In questa parte vengono indicati i dati del compilatore, la ditta di appartenenza del compilatore e la data di compilazione; nella casella "Rif." viene specificato il file di riferimento in formato eulmdat che deve venire obbligatoriamente allegato all'attestato di certificazione e che rimarrà archiviato assieme a questa.

3) CLASSE ENERGETICA

In base all'ambito di applicazione scelto, viene calcolata la classe energetica in base alle definizioni espresse nel paragrafo 4.1.

4) INDICI PRESTAZIONALI

In questa parte vengono definite le caratteristiche principali delle componenti dell'apparecchio illuminante:

SORGENTI E N.RO	: Indicare la sigla per tipologia di lampada e la potenza nominale; in caso di sorgente LED indicare ditta produttrice, sigla, tipologia e n.ro di LED presenti in conformità CEI EN 62031:2008 e UNI 11356:2010 .
CARATT. SORGENTI	: Indicare classificazione ILCOS; in caso di sorgente LED indicare potenza nominale della sorgente elementare, la corrente di alimentazione e la temperatura ambiente considerata secondo UNI 11356:2010 .
TEMP. COLORE e Ra	: Indicare la temperatura di colore espressa in Kelvin come e l'indice di resa cromatica come da norma CIE 193 . Il dato espresso deve tener conto delle eventuali correzioni cromatiche ottenute mediante schermi, micro ottiche o altri sistemi.
TIPO OTTICA	: Indicare il materiale usato per l'ottica (i.e. alluminio alta riflessione); In caso di LED indicare il sistema ottico utilizzato per diffondere la luce (i.e. micro ottiche, micro rifrattori, ecc.).
CARATT. VANO	: Indicare il materiale ed il grado di protezione del vano secondo quanto indicato dalla norma UNI EN 60529 .
CLASSE ARMATURA ALIMENTATORE	: Indicare la classe di isolamento dell'apparecchio illuminante. : Indicare la tipologia, il fattore di potenza, l'efficienza, eventualmente se dimmerabile e telecomandabile e conformità alla norma CEI EN 61347 .
AFFIDABILITA' ALIM.	: Indicare la mortalità dell'alimentatore relativamente al periodo in esame in base a prove effettuate e certificate ¹⁵ .
FLUSSO SORGENTI (o flusso luminoso modulo)	: Indicare il flusso nominale iniziale della singola sorgente in condizioni normali; in caso di LED indicare anche il flusso luminoso del modulo secondo la corrente di pilotaggio indicata e a temperatura ambiente Ta=25°C.
POTENZA REALE	: Indicare la potenza totale assorbita dall'apparecchio illuminante ¹⁶ . Per potenza totale si intende la potenza reale assorbita dall'apparecchio

¹⁵ A corredo vanno indicate le metodologie di prova e/o estrazioni statistiche impiegate per fornire tali dati.

¹⁶ A corredo vanno allegate le schede tecniche del prodotto in cui vengono certificate queste caratteristiche oppure le metodologie di prova e/o estrazioni statistiche impiegate per fornire tali dati. In caso di sorgenti a LED si faccia riferimento alla norma **UNI 11356:2010**.

completo, così come viene commercializzato, durante il suo normale funzionamento e misurata a monte dell'apparecchio stesso; sono pertanto compresi le sorgenti luminose, l'alimentatore e gli eventuali accessori. In caso di LED indicare anche la corrente di pilotaggio corrispondente.

- FLUSSO LUM. TOTALE (o efficienza luminosa apparecchio)** : Per flusso luminoso totale si intende il flusso emesso dall'apparecchio (decurtato quindi delle perdite dovute all'ottica, ecc...); nel caso in cui si voglia indicare l'efficienza luminosa dell'apparecchio, indicare la percentuale di flusso luminoso uscente dall'apparecchio in relazione al flusso luminoso nominale delle sorgenti installate (LOR). In caso di LED si indichi l'efficienza luminosa dell'apparecchio secondo la norma **UNI 11356:2010**.
- DURATA SORGENTI** : Indicare la durata di lampada in riferimento ad una mortalità del 10%. In caso di LED indicare la durata in riferimento alla riduzione di flusso riferita a L70; nel caso in cui si voglia indicare una riduzione di flusso diversa, utilizzare numeri interi a base dieci (i.e. L80) ed esplicitare la durata corrispondente¹¹.
- LLMF** : Indicare la riduzione di flusso luminoso delle sorgenti in riferimento alla durata indicata, secondo quanto indicato dalla norma **CIE 154:2003**. In caso di LED occorre fare riferimento alla durata esplicitata nel parametro DURATA SORGENTI (i.e. a L80 corrisponde un LLMF=0,80) ed indicare la temperatura di giunzione considerata.
- LSF** : Percentuale di mortalità delle lampade in riferimento alla durata indicata secondo quanto indicato dalla norma **CIE 154:2003**. In caso di LED indicare la percentuale di sorgenti che non raggiunge i lumen attesi a fine vita o che risultino spenti, indicata con la lettera B seguita dall'intero della percentuale corrispondente (i.e. B50).
- RISP. INQ. LUM.** : Indicare la rispondenza all'inquinamento luminoso dell'apparecchio (es. Full Cut-Off o meno secondo norme **CIE 1977**, oppure se rispondente normativa regionale Lombardia, ecc., oppure se rispondente alle norme sull'inquinamento luminoso **UNI 10819**).
- CERTIFICAZIONI** : Indicare la documentazione tecnica che consenta di valutare la conformità del materiale elettrico ai requisiti delle direttive europee applicabili ai fini della marcatura CE; in particolare:
- rapporti fotometrici in conformità alla norma **UNI EN 13032** più le eventuali parti seconde applicabili; rilasciati da un laboratorio esterno o interno sotto regime di sorveglianza da ente terzo a sua volta accreditato SINCERT, SINAL o equivalenti;
 - rapporti di conformità alle Norme **CEI EN 60598-1, CEI EN 60598-2-3, EN 61000-3-2, EN 61000-3-3, EN 55015 e EN 61547** rilasciati da un laboratorio esterno o interno sotto regime di sorveglianza da ente terzo a sua volta accreditato SINCERT, SINAL o equivalenti.
- In caso di LED indicare anche il rispetto della sicurezza fotobiologica secondo quanto indicato dalla norma **EN 62471**.
- PREZZO DI LISTINO** : Indicare il prezzo di listino dell'apparecchio (inteso come prezzo lordo, senza sconti applicati) che va suddiviso per fasce di prezzo ad intervalli di 25 euro (i.e. 250 euro se il prezzo si attesta fra 238 e 263 euro; 275 euro se il prezzo si attesta fra 263 e 288 euro).
- GARANZIA** : Indicare la garanzia fornita dal produttore per l'intero corpo illuminante (quindi comprese le componenti all'interno; se la garanzia di una componente è inferiore alla garanzia sugli altri pezzi, si prende in considerazione unicamente la garanzia di durata inferiore); in caso di estensione di garanzia indicare la durata ed il costo.



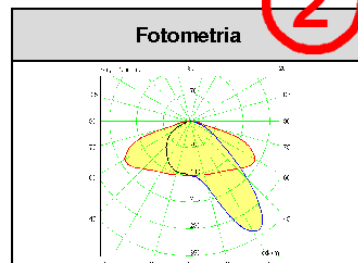
5) DATI DI ARCHIVIAZIONE

HERA Luce propone la creazione di un archivio globale dei corpi illuminanti censiti in maniera tale da rendere disponibili gli stessi alle Amministrazioni che ne fanno richiesta; inoltre questo consente la certificazione dei dati in possesso, l'autenticità degli stessi ed infine l'assoluta estraneità di HERA Luce all'eventuale elaborazione, che si fa unicamente garante dei dati forniti.

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA APPARECCHIO ILLUMINANTE

CARATTERISTICHE FOTOMETRICHE

Rendimento	81%	Simmetria	90-270
DLOR	81%	Spread	60°
ULOR	0%	Throw	55°
Intensità massima	430 cd/klm	SLI	4,5
Posizione massimo	C=25° G=55°	Util. strada/marc.	0,53/0,26



DATI TIPICI DI INSTALLAZIONE

Ambito	Tipologia inst.	Altezza	Interdist.	Dist.	L _m	kWh/anno/km
ME4a - 6m carreggiata	Unifilare	7,2 m	28,0 m	0,0 m	0,76	11077
...						
...						

VALORI INDICATIVI DI MANTENIMENTO (LMF)

Livello di inquinamento	Periodo di esposizione, espresso in anni						
	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
Elevato	0,91	0,90	0,88	0,85	0,83	...	...
Medio	0,92	0,91	0,89	0,88	0,87	...	...
Basso	0,93	0,92	0,91	0,90	0,90	...	...

Data e firma

ALLEGATI:

5

Per la compilazione della presente certificazione si faccia riferimento al documento fornito da HERA Luce "Proposta per un modello condiviso di Certificati Energetici per apparecchi illuminanti e impianti di Pubblica Illuminazione".

Pagina retro attestato certificazione energetica apparecchio illuminante – specifiche:

1) CARATTERISTICHE FOTOMETRICHE¹⁷

In questa parte vengono indicati le caratteristiche fotometriche dell'apparecchio, secondo quanto definito dalla CIE 1976 e CIE 34-1977:

Rendimento (o LOR)	: Rapporto fra flusso luminoso emesso dall'apparecchio e flusso luminoso nominale della sorgente all'interno.
DLOR	: Rapporto fra flusso luminoso emesso dall'apparecchio e diretto verso l'emisfero inferiore e flusso luminoso nominale della sorgente all'interno.
ULOR	: Rapporto fra flusso luminoso emesso dall'apparecchio e diretto verso l'emisfero superiore e flusso luminoso nominale della sorgente all'interno.
Intensità massima	: Massima intensità luminosa della fotometria misurata.
Posizione massimo	: Posizione (espressa secondo gli angoli dei due diversi piani fotometrici C e G) del punto di massimo dell'intensità luminosa.
Simmetria	: Piano o asse di simmetria presente nella curva fotometrica.
Spread	: Valore dell'angolo cui corrisponde il 90% del valore massimo di intensità luminosa sul piano C0-C180.
Throw	: Valore dell'angolo cui corrisponde il 90% del valore massimo di intensità luminosa sul piano C90-C270.
SLI	: Indice di controllo dell'abbagliamento.
Util. strada/marc.	: Percentuale di flusso luminoso emesso che copre l'area definita dal lato marciapiede e dal lato stradale.

2) FOTOMETRIA

In questa casella viene inserita la fotometria dell'apparecchio, con indicati i seguenti piani:

- piano C0 – C180
- piano C90 – C 270
- piano C di massimo secondo quanto indicato nel parametro "Posizione massimo"

3) DATI TIPICI DI INSTALLAZIONE

In questa parte occorre fornire i dati relativi ad una installazione "tipo", di cui vengono soddisfatti tutti i requisiti illuminotecnici, scegliendo tipologie già definite, come quelle indicate al di sotto a titolo esemplificativo:

Apparecchi per illuminazione stradale

- Strada a due corsie, una per senso di marcia, 6m di carreggiata, classe illuminotecnica di progetto ME4b, classe di manto stradale C2, installazione unilineare con distanza dal ciglio pari a 0m.
- Strada a due corsie, una per senso di marcia, 6m di carreggiata, classe illuminotecnica di progetto ME3c, classe di manto stradale C2, installazione unilineare con distanza dal ciglio pari a 0m.
- Strada a due corsie per ogni senso di marcia con due sensi di marcia, 6,5m di carreggiata per ogni senso di marcia, mezzeraia di 1m, classe illuminotecnica di progetto ME2, classe di manto stradale C2, installazione bilineare lato marciapiede con distanza dal ciglio pari a 1,00m.

¹⁷ La scheda di classificazione degli apparecchi si intende relativa ad una sola tipologia di corpo illuminante; per apparecchi a scarica, nel caso in cui sia possibile avere più posizioni della slitta, si consiglia di presentare solo le schede relative alle posizioni di slitta più utilizzate.



Apparecchi per illuminazione ciclopedonale

- Percorso ciclopedonale di 2m di larghezza, classe illuminotecnica di progetto S3, classe di manto stradale C2, installazione unilaterale con distanza dal ciglio pari a 0m.
- Percorso ciclopedonale di 1,5m di larghezza, classe illuminotecnica di progetto S5, classe di manto stradale C2, installazione unilaterale con distanza dal ciglio pari a 0m.

Nel calcolo illuminotecnico presentato come coefficiente di manutenzione va utilizzato un valore pari a $UF = LLMF \times LMF \times (LSF)$; in cui LLMF è quello indicato in tabella, LMF è quello relativo a 3 anni di esposizione con basso livello di inquinamento e LSF è quello indicato in tabella e va computato allorché non sia possibile sostituire le singole sorgenti luminose presenti all'interno dell'apparecchio; per le sorgenti a LED si suppone che il parametro LSF sia integrato nel calcolo di LLMF (in caso contrario occorre prendere in considerazione anche questo parametro).

4) VALORI INDICATIVI DI MANTENIMENTO

In questa parte vanno indicati i valori indicativi di mantenimento secondo quanto espresso dalla norma CE 129/2009 e che esprime il valore di LMF in relazione all'esposizione ambientale (inquinamento medio, basso o alto) e il periodo di esposizione considerato fra una pulizia e l'altra.

5) ALLEGATI

In questa parte vanno indicati gli allegati alla dichiarazione, che completano e certificano quanto dichiarato, come certificazioni o test eseguiti sull'apparecchio.

6) DATI DI ARCHIVIAZIONE

Si faccia riferimento alla sezione 5 della facciata precedente

5.2 Attestato di certificazione energetica per un impianto di Pubblica Illuminazione

La seconda scheda riguarda gli impianti di Pubblica Illuminazione: in questo caso si tratta di una scheda che va a corredo del progetto di un nuovo impianto e si pone come valutazione dei consumi e delle modalità di manutenzione dello stesso: per questo motivo anziché soffermarsi sulla caratterizzazione geometrica dell'installazione (per cui dovrebbero bastare i disegni da progetto) pare più opportuno delineare gli indicatori che rappresentano le prestazioni ed il consumo energetico dell'impianto.

Una delle problematiche emerse è quella di definire un ambito su cui verificare la classe energetica: se in alcuni casi questo è di facile definizione (si pensi ad esempio ad una strada rettilinea che mantenga per tutta la sua lunghezza la stessa geometria), per altri appare arduo definire un unico campo (si pensi ad esempio al progetto di una strada che in alcuni tratti affianca il marciapiede e poi eventualmente sfocia in una piazza o in una rotatoria). Per questo motivo la scheda è pensata per essere suddivisa in "ambiti principali", che definiscono le zone-tipo o i tratti-tipo presi in considerazione nel calcolo illuminotecnico, ai quali affiancarsi in stretta misura: per "ambito principale" si intende pertanto un ambito o un tratto-tipo che rappresenti più del 90% della zona presa in esame; nel caso in cui esistano due o più ambiti che coprono zone preponderanti (ad esempio 40% e 50%) occorre fare riferimento a ciascun sotto-ambito principale.

Mentre la scheda precedente esaminava l'apparecchio illuminante unicamente dal punto di vista delle prestazioni potenziali, con questa scheda viene valutato il suo effettivo rendimento sul campo; inoltre vengono forniti tutta una serie di dati che servono a caratterizzare l'impianto nel suo intero ciclo di funzionamento (dai materiali utilizzati ai cicli di manutenzione ordinaria e al consumo di energia elettrica). L'intento è quello di fornire una prima indicazione sul *Life Cycle Assessment* delle tecnologie messe in campo, al fine di individuare l'effettivo valore dell'impianto dalla data di installazione a quella di dismissione¹⁸.

Si vuol far notare che l'indice *IPEI* viene riferito ad una prestazione assoluta dell'impianto (e quindi indipendente dalle condizioni particolari in cui si viene a trovare), mentre tutti gli altri valori (coefficiente di manutenzione, risultati illuminotecnici, consumo medio) sono riferiti alla reale situazione in cui l'impianto si viene a trovare.¹⁹

¹⁸ Pur non essendo questa la sede adatta per un'ampia discussione sulle politiche di valutazione del ciclo di vita dei prodotti di illuminazione, preme evidenziare come per un impianto i costi di funzionamento ordinario rappresentino circa il 90% delle risorse utilizzate in un'analisi LCA completa: la definizione dei parametri da noi individuati pertanto porta ad una definizione non completa ma sicuramente esaustiva dei prodotti esaminati.

¹⁹ Ad esempio, nel caso in cui un impianto venga progettato con coefficiente di manutenzione di 0,75 e riduzione di flusso dopo la mezzanotte, nel calcolo dell'*IPEI* occorre considerare comunque un coefficiente di manutenzione di 0,80 e potenza dell'impianto al 100%; nei parametri di qualità invece si dovrà specificare come coefficiente di manutenzione 0,75 e come consumo medio annuo il consumo effettivo realizzato in virtù della riduzione di flusso attuata.

ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE

DATI INSTALLAZIONE

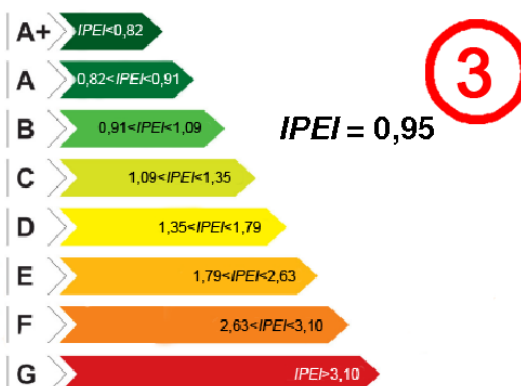
- ⇒ **Comune:** San Mauro Pascoli (FC)
- ⇒ **Ubicazione:** Via Bellaria Nuova
- ⇒ **Apparecchio:** HERA apparecchio di prova
- ⇒ **Ambito principale:** Strada urbana – Cat. ME4b

COMPILATORE

- ⇒ **Nome:** Dott. Ing. Matteo Seraceni
- ⇒ **Ditta:** HERA Luce s.r.l.
- ⇒ **Data installazione:** 01/01/2010
- ⇒ **Rif. prot.:** prot. XXXX del 01/01/2010

CLASSE ENERGETICA

(Indice Parametrizzato Efficienza Impianto)



INDICI PRESTAZIONALI

AMBITO PRINCIPALE	Strada urbana – Cat. ME4b Carreggiata 6m (2x3m corsie) Coefficiente riflessione C2 (Q0=7,01)
DATI DI INSTALLAZIONE	Tipologia di installazione : unilineare lato strada Altezza installazione : 7,2 m f.t. Interdistanza : 28,0 m Distanza ciglio : 0,0 m Sbraccio : 0,0 m Rapporto I/A : 3,89
ENTITA' IMPIANTO	Numero pali : 10 Numero apparecchi : 10 m coperti : 280 m
PARAMETRI DI QUALITA'	L _m : 0,75 cd/mq U0 : 0,4 UI : 0,5 Ti : 6,76 % S.R. : 0,5 Coefficiente di manutenzione : 0,80 SL : 0,54 W/mq/(cd/mq) Consumo medio : 9000 kWh/anno/km Parametro inquinanti : 12 TEP/anno

Rilasciato il : 01/01/2010

Attestato numero : 00000000i

1) DATI INSTALLAZIONE

In questa parte vengono indicati i dati generali dell'apparecchio; nella casella "Ambito principale" occorre specificare l'ambito di applicazione e la categoria illuminotecnica di progetto così come definito dalla norma **UNI 11248**. Per "ambito principale" quella parte del progetto che copre più del 90% dell'area di intervento; nel caso in cui ci siano ambiti con grandezze pressoché uguali e preponderanti (ad esempio un ambito al 40% e un altro al 50%) occorre compilare due schede di certificazione, ciascuna per un ambito diverso.

2) COMPILATORE

In questa parte vengono indicati i dati del compilatore, la ditta di appartenenza del compilatore e la data di compilazione; nella casella "Rif. prot." viene specificato il riferimento di protocollo relativo alla scheda di certificazione dell'apparecchio illuminante utilizzato nell'ambito proposto.

3) CLASSE ENERGETICA

In base all'ambito di applicazione scelto, viene calcolata la classe energetica in base alle definizioni espresse nel paragrafo 4.2.

Nel caso in cui il coefficiente di manutenzione o la classe del manto stradale utilizzati per il calcolo dell'impianto da realizzare siano differenti da quelli di riferimento utilizzati nel calcolo dell'indice IPEI, occorre effettuare un nuovo calcolo illuminotecnico che, mantenendo le stesse caratteristiche geometriche, utilizzi un coefficiente MF = 0,80 e manto C2. Il calcolo dedicato all'IPEI dovrà quindi essere effettuato ex-novo sulla base dei coefficienti indicati, nel rispetto delle normative illuminotecniche.

4) INDICI PRESTAZIONALI

In questa parte vengono definite le caratteristiche principali delle componenti dell'apparecchio illuminante:

AMBITO PRINCIPALE : In questo caso va indicato l'ambito principale di applicazione secondo quanto indicato sopra, e la categoria illuminotecnica di progetto così come definito dalla norma **UNI 11248**.

Nel caso di strade occorre indicare la larghezza della carreggiata presa in considerazione, il numero di corsie ed i sensi di marcia, la larghezza di ciascuna corsia, il coefficiente medio di riflessione. Se nel calcolo viene preso in considerazione anche il marciapiede o un ambito differente a lato strada che viene calcolato in modo autonomo (senza quindi ricorrere all'indicazione del S.R.), occorre indicare anche le caratteristiche geometriche di quest'area secondo quanto indicato in questo paragrafo ed eventualmente il coefficiente medio di riflessione (allorché venga effettuato su di esso un calcolo in luminanza).

Nel caso di strade a traffico misto valgono le stesse indicazioni per le strade normale, tranne per quel che riguarda il coefficiente medio di riflessione, che va indicato solamente se viene effettuato un calcolo in luminanza.

Nel caso di piste ciclabili o marciapiedi, indicare la larghezza ed eventualmente se il tratto è ciclopeditonale.

Nel caso di grandi aree o parcheggi, indicare unicamente l'ampiezza della zona illuminata dalla singola linea di apparecchi illuminanti e la larghezza totale dell'area.

Nel caso di rotatoria, indicare il diametro dell'isola rilevata e della fascia

DATI DI INSTALLAZIONE

complanare, il diametro interno dell'anello di circolazione, il diametro esterno dell'anello di circolazione, la larghezza della carreggiata, il numero di corsie, la larghezza di ciascuna corsia.

- : In questo campo vanno inseriti tutti i dati relativi alla posizione dei punti luce. Nel caso di strade occorre definire la tipologia di installazione (unilineare lato strada, unilineare centro strada, bilineare affacciata, bilineare quinconce, bilineare centro strada), l'altezza di installazione (intesa come altezza cui giunge il supporto dell'apparecchio illuminante e calcolata come metri fuori terra), l'interdistanza media fra i punti luce, la distanza del punto luce dal ciglio della strada (intesa come distanza del baricentro del corpo illuminante rispetto al limite laterale su cui questi vengono installati, una distanza positiva indica un avvicinamento alla carreggiata, una distanza negativa un allontanamento), la lunghezza dell'eventuale sbraccio, il rapporto interdistanza/altezza di installazione.

Nel caso di strade a traffico misto valgono le stesse indicazioni di sopra.

Nel caso di piste ciclabili o marciapiedi occorre definire l'altezza di installazione, l'interdistanza media fra i punti luce, la distanza del punto luce dal ciglio della corsia su cui insiste, la lunghezza dell'eventuale sbraccio, il rapporto interdistanza/altezza di installazione.

Nel caso di grandi aree o parcheggi va indicata, ove possibile, l'area media (espressa in metri quadrati) coperta da ciascun punto luce.

Nel caso di rotatorie vanno indicati la tipologia di installazione (bordo esterno, bordo interno, centrale), l'altezza di installazione, l'interdistanza media fra punti luce (misurata non in linea retta, ma seguendo l'andamento curvilineo della rotatoria), la distanza del punto luce dal ciglio della strada, la lunghezza dell'eventuale sbraccio, il rapporto interdistanza/altezza di installazione.

ENTITA' IMPIANTO

- : Vanno indicati il numero di pali, di apparecchi e la lunghezza totale dell'impianto.

PARAMETRI DI QUALITA'

- : In questo campo vanno inseriti i risultati del calcolo illuminotecnico effettuato, in base ai requisiti minimi da soddisfare secondo la norma **UNI 11248**.

Oltre a questi dati va indicato anche il coefficiente di manutenzione adottato nei calcoli, computato secondo quanto indicato dalla norma **CIE 154:2003** e anche riportato nella pagina retro dell'attestato.

Va indicato anche lo SLEEC di riferimento, calcolato in luminanza o illuminamento a seconda del compito visivo da soddisfare (si faccia riferimento a quanto già espresso nel paragrafo 4.2).

Va computato il consumo medio annuo per chilometro, secondo il seguente calcolo:

$$C_m = \frac{W_{medi}}{i_{rif}} \cdot h_{anno} = \frac{W_{totali}}{i_{rif}} \cdot h_{anno} \cdot k = \left[\frac{kWh / anno}{km} \right]$$

in cui si definiscono:

W_{totali} : la potenza totale assorbita dall'apparecchio illuminante, espressa in Watt;

i_{rif} : l'interdistanza di riferimento, computata secondo quanto definito nel paragrafo 4.2, espressa in metri;

h_{anno} : le ore totali di funzionamento annuo dell'impianto (si considerano come standard 4200 ore di funzionamento annue; nei casi differenti occorre indicare anche le ore di funzionamento adottate);

k : il parametro di riduzione dovuto ad eventuali programmi di riduzione di flusso adottati secondo quanto indicato nel retro del foglio di certificazione.

Per il calcolo delle immissioni di CO² in atmosfera si faccia riferimento ai dati

del Ministero dell'Ambiente relativi ai **parametri ENEL del 1999** che pongono 580 kg di CO₂ per 1 MW di energia.

Vanno infine computati i TEP/anno/chilometro moltiplicando il consumo medio annuo per chilometro per i TEP/kWh equivalenti (per la conversione da kWh a tep occorre tenere conto delle indicazioni fornite dal **D.M. 20 luglio 2004** recante "Nuova individuazione degli obiettivi quantitativi nazionali di risparmio energetico e sviluppo delle fonti rinnovabili, di cui all'art. 16, comma 4, del decreto legislativo 23 maggio 2000, n. 164", così come modificato dalla **Delibera EEN 3/08** "Aggiornamento del fattore di conversione dei kWh in tonnellate equivalenti di petrolio connesso al meccanismo dei titoli di efficienza energetica", che indica un fattore di conversione pari a **$0,187 \times 10^{-3}$ tep/kWh**).

5) DATI DI ARCHIVIAZIONE

HERA Luce propone la creazione di un archivio globale delle schede fornite a certificazione dei progetti illuminotecnici, in maniera tale da rendere disponibili gli stessi alle Amministrazioni che ne fanno richiesta; inoltre questo consente la certificazione dei dati in possesso, l'autenticità degli stessi ed infine l'assoluta estraneità di HERA Luce all'eventuale elaborazione, che si fa unicamente garante dei dati forniti.

**ATTESTATO DI CERTIFICAZIONE ENERGETICA
IMPIANTO DI PUBBLICA ILLUMINAZIONE**

APPARECCHI ILLUMINANTI

4

1

APPARECCHIO 1: HERA Luce s.r.l. – Apparecchio di prova (rif. att. app. ill. 0000000a)

SORGENTI E N.RO	1 lampada ST-70/20/4-H-E27-38/156	TEMP COLORE e Ra	Tc: 2700 K Ra: 24
CARATT. VANO	Pressofusione Optica: IP64 Ausiliari: IP65	ALIMENTATORE	Elettronico dimmerabile $\cos\varphi=0,95$ $\eta=0,91$
CLASSE ARMATURA	Classe II	POTENZA ASS. SORGENTI E TOTALE	P_s : 70 W P_{tot} : 77 W
FLUSSO SORGENTI	6600 lm	FLUSSO LUM. TOTALE (o eventualmente efficienza luminosa apparecchio)	5350 lm
DURATA SORGENTI	14000h	RISP. INQ. LUM.	L.R. 19/2003 E.R.
PARAMETRI MANUTENTIVI	Cambio prog. ogni 3 anni comprensivo pulizia LSF = 100% LLMF = 89% LMF = 90%	PROGRAMMI RIDUZIONE FLUSSO	Dimm. variabile annuale K = 0,63
IPEA	0,98 (Classe C)	GARANZIA	3 anni dal produttore

N.B. Per eventuali altri apparecchi compilare le schede allegate

SOSTEGNI

2

SOSTEGNO 1: HERA Luce s.r.l. – Palo rastremato

TIPOLOGIA	Palo rastremato trafilato a caldo	MATERIALE	Acciaio
CAR. GEOMETRICHE	L : 8000 mm H _h : 7200 mm D _{base} : 127 mm D _{somm} : 79 mm Sp : 3,5 mm	VERNICIATURA	Vernice grigio ferro micaceo Codice colore: XXXX M523
SBRACCIO	n.n.	POZZETTO	n.n.

N.B. Per eventuali altri sostegni compilare le schede allegate

Data e firma

ALLEGATI:

3

Per la compilazione della presente certificazione si faccia riferimento al documento fornito da HERA Luce "Proposta per un modello condiviso di Certificati Energetici per apparecchi illuminanti e impianti di Pubblica Illuminazione".

Pagina retro attestato certificazione energetica impianto di Pubblica Illuminazione – specifiche:

1) APPARECCHI ILLUMINANTI

In questa parte vengono riassunte le caratteristiche principali degli apparecchi illuminanti, con diretto riferimento alla scheda di certificazione dell'apparecchio depositata:

SORGENTI E N.RO	: Indicare classificazione ILCOS e la potenza nominale; in caso di sorgente LED indicare ditta produttrice, sigla, tipologia e n.ro di LED presenti e conformità CEI EN 62031:2008 .
TEMP. COLORE e Ra	: Indicare la temperatura di colore espressa in Kelvin come e l'indice di resa cromatica come da norma CIE 193 .
CARATT. VANO	: Indicare il materiale ed il grado di protezione del vano secondo quanto indicato dalla norma UNI EN 60529 .
ALIMENTATORE	: Indicare la tipologia, il fattore di potenza, l'efficienza, eventualmente se dimmerabile e telecomandabile e conformità alla norma CEI EN 61347 .
CLASSE ARMATURA	: Indicare la classe di isolamento dell'apparecchio illuminante.
POTENZA ASS.	: Indicare la potenza nominale assorbita dalle sorgenti installate ²⁰ e la
SORGENTI E TOTALE	potenza totale assorbita dall'apparecchio illuminante; per potenza totale si intende la potenza reale assorbita dall'apparecchio durante il suo normale funzionamento (quindi comprensiva di lampade, alimentatore, perdite, ecc..) misurata a monte dell'apparecchio stesso.
FLUSSO SORGENTI	: Indicare il flusso nominale iniziale della singola sorgente in condizioni normali; in caso di LED indicare anche la corrente di pilotaggio corrispondente. In caso di LED indicare obbligatoriamente la temperatura di giunzione con la quale vengono calcolati i fattori indicati.
FLUSSO LUM. TOTALE (o eventualmente efficienza luminosa apparecchio)	: Per flusso luminoso totale si intende il flusso emesso dall'apparecchio (decurtato quindi delle perdite dovute all'ottica, ecc...); in caso di LED indicare anche la corrente di pilotaggio corrispondente. Nel caso in cui si voglia indicare l'efficienza luminosa dell'apparecchio, indicare la percentuale di flusso luminoso uscente dall'apparecchio in relazione al flusso luminoso nominale delle sorgenti installate (LOR); in caso di LED si faccia riferimento alla norma CIE 127:2007 .
DURATA SORGENTI	: Indicare la durata di lampada in riferimento ad una mortalità del 10%. In caso di LED indicare la durata in riferimento alla riduzione di flusso riferita a L70; nel caso in cui si voglia indicare una riduzione di flusso diversa, utilizzare numeri interi a base dieci (i.e. L80) ed esplicitare la durata corrispondente.
RISP. INQ. LUM.	: Indicare la rispondenza all'inquinamento luminoso dell'apparecchio (es. Full Cut-Off o meno secondo norme CIE 1977 , oppure se rispondente normativa regionale Lombardia, ecc., oppure se rispondente alle norme sull'inquinamento luminoso UNI 10819).
PARAMETRI MANUTENTIVI	: In questa casella va indicato se è previsto il cambio programmato delle sorgenti ed in questa eventualità con quale ricorrenza, la periodicità della pulizia degli apparecchi e inoltre, in base a quanto indicato dal progetto illuminotecnico, vanno indicati i seguenti parametri: LSF – Percentuale di mortalità delle lampade in riferimento alla durata indicata secondo quanto indicato dalla norma CIE 154:2003 . In caso di LED indicare la percentuale di sorgenti che non raggiunge i lumen attesi a fine vita (i.e. a L70 il 50% dei LED non raggiunge i lumen attesi) indicata con la lettera B seguita dall'intero della percentuale corrispondente

²⁰ A corredo vanno allegate le schede tecniche del prodotto in cui vengono certificate queste caratteristiche oppure le metodologie di prova e/o estrazioni statistiche impiegate per fornire tali dati.

(i.e. B50).

LMF – Percentuale di riduzione di flusso luminoso dell'apparecchio secondo quanto definito dalla norma **CIE 154:2003** e quanto indicato nella scheda di certificazione dell'apparecchio in base all'intervallo di pulizia e alle condizioni ambientali circostanti

LLMF – Percentuale di riduzione di flusso luminoso delle sorgenti in riferimento alla durata indicata, secondo quanto indicato dalla norma **CIE 154:2003**.

In caso di LED occorre fare riferimento alla durata esplicitata nel parametro DURATA SORGENTI (i.e. a L80 corrisponde un LLMF=0,80).

Il coefficiente di manutenzione utilizzato nel calcolo illuminotecnico deriva da questi parametri e viene computato come:

$$UF = LSF \times LMF \times LLMF$$

PROGRAMMI RIDUZIONE DI FLUSSO

: Indicare se sono previsti programmi di riduzione del flusso luminoso. In questo caso indicare anche il fattore medio di dimmerazione (K) calcolato nella maniera seguente:

- Si definisce una tabella oraria annuale delle ore di dimmerazione effettuate

Dimmerazione (D)	% potenza impiegata (r _p)	Ore (h)
100	100%	2200
50	55%	1000
25	35%	1000
Totale		4200

- Si calcola il fattore medio di dimmerazione (K) sul totale delle ore di funzionamento

$$K = \frac{\sum (r_p \cdot h)}{h_{anno}}$$

Questo fattore indica il rapporto fra il consumo reale di energia elettrica del sistema in base al programma di dimmerazione attuato ed il consumo di energia elettrica dello stesso sistema funzionante però a pieno regime per tutte le ore di accensione.

IPEA

: Indicare l'Indice di Rendimento dell' Apparecchio così come indicato nel paragrafo 3.1

GARANZIA

: Indicare la garanzia fornita dal produttore per l'intero corpo illuminante (quindi comprese le componenti all'interno; se la garanzia di una componente è inferiore alla garanzia sugli altri pezzi, si prende in considerazione unicamente la garanzia di durata inferiore); in caso di estensione di garanzia indicare la durata ed il costo.

Nel caso in cui siano presenti più apparecchi illuminanti è possibile compilare schede aggiuntive appositamente dedicate.

2) SOSTEGNI

In questa parte vengono riassunte le caratteristiche principali dei sostegni dei punti luce:

TIPOLOGIA	: Indicare la tipologia di costruzione del sostegno (ad esempio rastremato a caldo, laminato a freddo, ecc...).
MATERIALE	: Indicare il materiale di sostegno.
CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	: Indicare le caratteristiche geometriche di installazione del sostegno. In caso di palo indicare la lunghezza complessiva, l'altezza fuori terra, il diametro alla base, il diametro alla sommità, lo spessore dell'anima. In caso di sbraccio o mensola, indicare l'altezza di posizionamento.
VERNICIATURA	: In caso di palo verniciato, indicare il materiale utilizzato per la verniciatura e la codifica colore.
SBRACCIO	: In caso di presenza di uno sbraccio o per una mensola, indicare la lunghezza dello sbraccio e le caratteristiche costruttive dello stesso.
POZZETTO	: Indicare, se presente, le dimensioni ed il materiale dei pozzetti in prossimità dei punti luce (in caso di tipologie differenti o della presenza solo per alcuni punti luce, indicare la tipologia più ricorrente).

3) ALLEGATI

In questa parte vanno indicati gli allegati alla dichiarazione, che completano e certificano quanto dichiarato, come certificazioni o test eseguiti sull'apparecchio. Vanno inoltre indicate quali schede ulteriori relative a sostegni e corpi illuminanti sono state allegate.

4) DATI DI ARCHIVIAZIONE

Si faccia riferimento alla sezione 5 della facciata precedente

Esempio pratico di calcolo per la scheda di certificazione impianti

In questo paragrafo vengono descritti in maniera puntuale i passi necessari alla corretta compilazione della scheda relativa agli impianti di illuminazione pubblica.

Prendiamo come esempio una strada locale urbana di tipo F2, con carreggiata a due corsie di larghezza totale pari a 6,50m e lunghezza complessiva di 200m.

In base alla norma **UNI 11248** abbiamo una **categoria illuminotecnica di riferimento ME4b**:

E	Strade urbane interquartiere	50	ME3c	6.3
	Strade urbane di quartiere	50		
F	Strade locali extraurbane (tipi F1 e F2 ⁴⁾)	70 - 90	ME3a	
	Strade locali extraurbane	50	ME4b	
		30	S3	
	Strade locali urbane (tipi F1 e F2 ⁴⁾)	50	ME4b	
	Strade locali urbane: centri storici, isole ambientali, zone 30	30	CE4	
	Strade locali urbane: altre situazioni	30	CE5/S3	
	Strade locali urbane: aree pedonali	5		
	Strade locali urbane: centri storici (utenti principali: pedoni, ammessi gli altri utenti)	5	CE5/S3	
	Strade locali interzonali	50		
30				
	Piste ciclabili ⁵⁾	Non dichiarato	S3	
	Strade a destinazione particolare ⁶⁾	20		

Si decide di utilizzare un apparecchio illuminante stradale a 50 LED a 6000K, alimentati a 525 mA (con potenza totale assorbita pari a 78W e flusso totale pari a 9415lm), avente indice $IPEA=1,18$ (classe A+).

In base all'analisi dei rischi abbiamo una **categoria illuminotecnica di progetto** pari ME4b (-1) (+1) (+1) = **ME4a**:

Parametro di influenza		Variazione categoria illuminotecnica	Non si applica a
Compito visivo normale		-1	A ₁
Condizioni non conflittuali			
Flusso di traffico <50% rispetto al massimo			
Flusso di traffico <25% rispetto al massimo		-2	
Segnaletica cospicua nelle zone conflittuali		-1	
Colore della luce	con indice di resa dei colori maggiore o uguale a 60 si può ridurre la categoria illuminotecnica	-1 ¹⁾	
	con indice di resa dei colori minore di 30 si deve incrementare la categoria illuminotecnica	1	
Pericolo di aggressione			
Presenza di svincoli e/o intersezioni a raso		1	
Prossimità di passaggi pedonali			
Prossimità di dispositivi rallentatori			
1) In relazione a esigenze di visione periferica verificate nell'analisi dei rischi.			

Per il piano di manutenzione si sceglie di provvedere alla pulizia del vetro ogni 4 anni circa (LMF = 0,89 in ambiente pulito) e alla sostituzione dell'apparecchio dopo 50.000 ore di funzionamento (fattore di decadimento del flusso luminoso a fine vita pari a L85). In base alle garanzie e ai dati forniti dal produttore del diodo, viene prevista una mortalità dei diodi LED pari a circa il 2% a 50.000 ore (LSF = 0,98).

In base a quanto indicato dalla norma **CIE 154.2003**, viene definito un fattore di manutenzione per il calcolo pari a:

$$MF = LMF \times LLMF \times LSF = 0,89 \times 0,85 \times 0,98 = 0,74$$

In base al calcolo illuminotecnico è possibile realizzare il seguente impianto:

Tipo Installazione	MF	h p.l. (m)	l (m)	Carreggiata	Sbraccio
unilaterale	0,74	7	29	2 corsie 6,5m totali	NO
Classe ME4a (UNI 11248)					
Luminanza Media		Uniformità		Abbagliamento	S.R.
Lm [cd/m ²]		U ₀	U ₁	TI	
0,75		≥ 0,40	≥ 0,60	≤ 15%	> 0,5
RISULTATI ILLUMINOTECNICI					
Lm [cd/m ²]		U ₀	U ₁	Ti (%)	S.R.
0,75		0,52	0,63	12,07	0,87

Vengono inoltre definite due ulteriori **categorie illuminotecniche di esercizio** in base al volume del traffico presente:

Orario	Flusso traffico	Variazione categoria illuminotecnica	Categoria illuminotecnica di esercizio
Accensione → 22:00	100%	+0	ME4a
22:00 → 24:00	50%	-1	ME4b
24:00 → 6:00	25%	-2	ME5
6:00 → Spegnerimento	100%	+0	ME4a

Dalle 24:00 alle 7:00 è quindi possibile prevedere una riduzione del flusso luminoso pari a circa il 33% di quello a inizio servizio e quindi viene calcolato il fattore medio di dimmerazione K nel seguente modo:

Dimmerazione (D)	% potenza impiegata (r _p)	Ore (h)
100	100%	2000
66	70%	2200
Totale		4200

$$K = \frac{2000 \cdot 1,00 + 2200 \cdot 0,70}{4200} = 0,84$$

Il consumo totale è pertanto pari a $78 \cdot 4200 / 1000 \cdot 0,84 \cdot 1000 / 200 = 1376$ kWh/anno/km (corrispondente a 0,05 TEP/anno e 148 kgCO₂/anno).

Per il calcolo dell'IPEI invece occorre considerare un coefficiente di manutenzione pari a $MF = 0,80$.

In questo caso, mantenendo lo stesso sostegno adottato precedentemente e le caratteristiche geometriche è possibile invece ottenere il seguente risultato:

Tipo Installazione	MF	h p.l. (m)	I (m)	Carreggiata	Sbraccio
unilaterale	0,80	7	29	2 corsie 6,5m totali	NO
RISULTATI ILLUMINOTECNICI					
Lm [cd/m ²]	U ₀	U _I	Ti (%)	S.R.	
0,81	0,52	0,63	12,37	0,87	

Si può notare che il risultato è maggiore ovviamente. In questo caso è possibile effettuare il calcolo del parametro IPEI sia considerando il 100% del flusso e della potenza emessa, oppure prevedere un funzionamento ridotto in virtù della possibile dimmerazione dei diodi LED fin dal momento dell'accensione (circa 93%). Come si può vedere, grazie all'introduzione del coefficiente correttivo k, entrambe le soluzioni mostrano valori IPEI non dissimili.

1° caso – calcolo al 100% del flusso e della potenza

Lo SLEEC viene calcolato quindi come: $SL = 78 / (29 \cdot 6,5) / 0,81 = 0,51$

Dal calcolo abbiamo $k_{inst} = 1,04$ e pertanto un indice IPEI = $0,51 / 0,58 \cdot 1,04 = 0,91$ (classe A)

2° caso – calcolo al 92% del flusso e 93% della potenza (per ottenere una $L_m = 0,75 \text{ cd/m}^2$)

Lo SLEEC viene calcolato quindi come: $SL = 73 / (29 \cdot 6,5) / 0,75 = 0,52$.

Dal calcolo abbiamo $k_{inst} = 1,00$ e pertanto un indice IPEI = $0,52 / 0,58 \cdot 1,00 = 0,90$ (classe A).

6. Conclusioni

La crisi economica di questi anni si ripercuote in un inevitabile taglio agli investimenti dedicati alla Pubblica Illuminazione: è finita l'epoca in cui gli appalti per nuovi impianti potevano venire assegnati sulla carta, senza valutazioni economiche ed energetiche. Le Amministrazioni desiderano oggi più che mai essere tutelate sui loro investimenti e non possono più essere sufficienti le garanzie dei produttori o dei gestori sul loro buon operato.

In un mercato a forte asimmetria informativa come quello dell'illuminazione, gli strumenti più diffusi per rivelare l'informazione mancante sono l'offerta di garanzie e la reputazione: le schede qui presentate possono offrire entrambe queste soluzioni in maniera chiara ed evidente per l'utilizzatore.

La volontà di HERA Luce è pertanto quella di agire in anticipo rispetto alle future richieste normative e fornire oggi uno strumento oggettivo e condiviso che possa esplicitare in maniera chiara ed esaustiva tutte le richieste riguardo alla gestione, alle prestazioni e ai consumi di un impianto di illuminazione.

I vantaggi di questo sistema sono:

- la traduzione di dati tecnici in indicatori di facile lettura e pertanto in informazioni utili alle Pubbliche Amministrazioni;
- un sistema semplice ed affidabile di certificazione con parametri di riferimento facilmente aggiornabili, che possono di volta in volta uniformarsi alle *Best Available Technologies* presenti sul mercato;
- la promozione, in un'ottica di *Green Public Procurement*, di sistemi di illuminazione ottimali in ambito energetico, economico e tecnologico;
- la definizione di parametri tecnici puntuali per apparecchi ed impianti che possono guidare il professionista nell'individuazione del prodotto migliore.

A riprova della fondatezza del sistema presentato, si fa presente che l'impostazione della classificazione HERA Luce è già allineata alle indicazioni per il Green Procurement contenute nel decreto ministeriale 22 feb. 2011, con cui vengono adottati i criteri ambientali minimi per l'illuminazione pubblica.

Le sfide del futuro vanno affrontate oggi, per garantire l'adozione delle tecnologie migliori e la massima efficienza degli impianti di Pubblica Illuminazione.